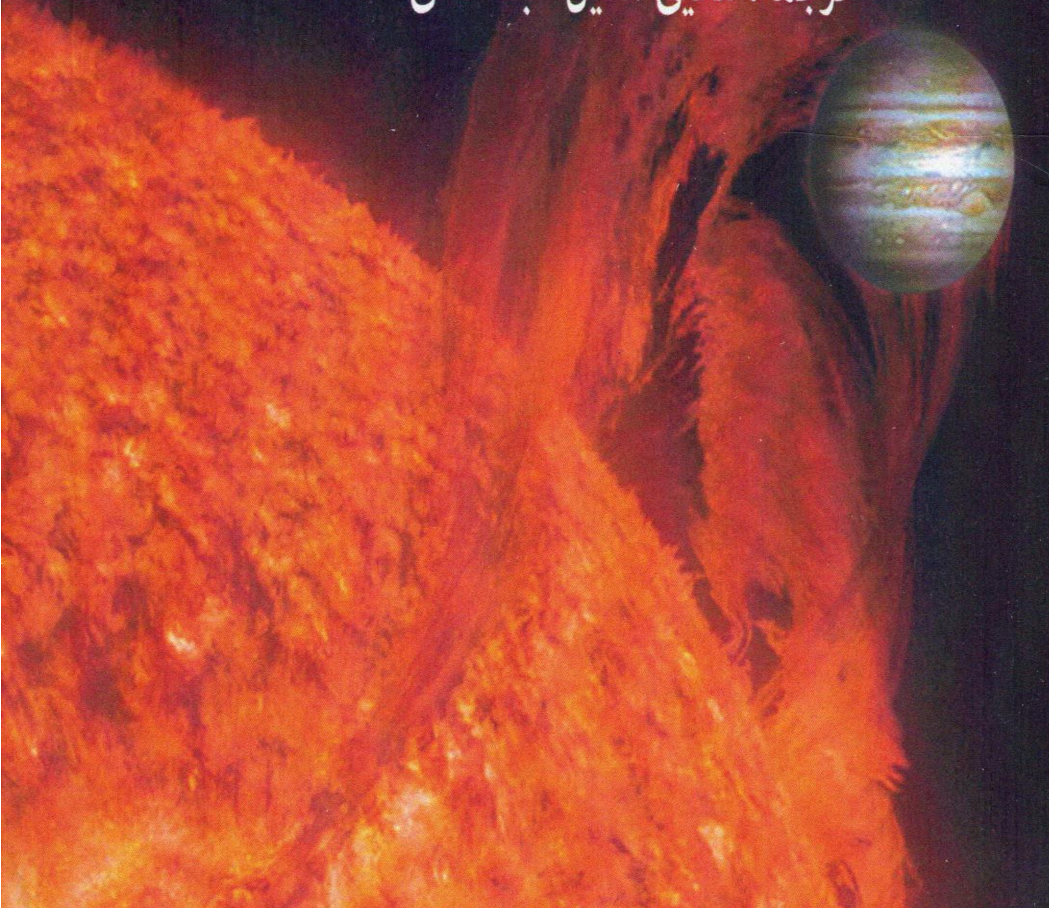
الشمس

النجم الذى يهبنا الحياة

معلومات وحقائق عن الشمس بأسلوب مبسط يفهمه الجميع

تأليف: بول بركّا

ترجمة: محيى الدين عبد الغنى



المركز القومى للترجمة

2877

الشمـــس

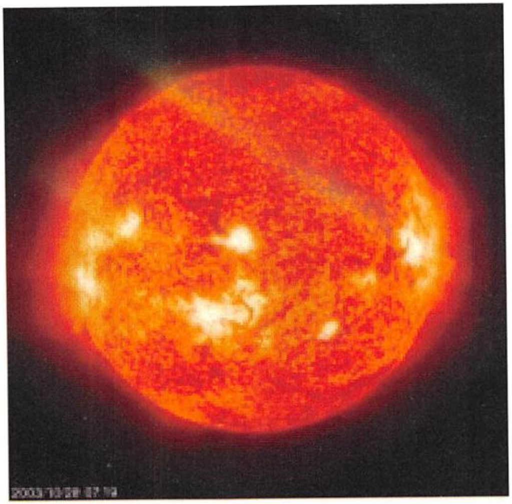
النجم الذى يهبنا الحياة

المركز القومى للترجمة
تأسس فى أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور
مدير المركز: أنور مغيث

- العدد: 2877
- الشمس: النجم الذى يهبنا الحياة
- بول برِكَّا
- محيى الدين عبد الغنى
- اللغة: النرويجية
- الطبعة الأولى 2016

هذه ترجمة كتاب:
Sola- vår livgivende stjerne
Pål Brekke
© Pål Brekke
This translation has been published with the financial support of
NORLA

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمركز القومى للترجمة
شارع الجبلاية بالأوبرا- الجزيرة- القاهرة. ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo.
E-mail: nctegypt@nctegypt.org Tel: 27354524 Fax: 27354554



الشمس

معلومات وحقائق عن الشمس بأسلوب مبسط يفهمه الجميع

تأليف: بول بركّا

ترجمة: محيى الدين عبد الغنى

صورة للمجموعة الشمسية بما فيها الأرض

2016

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

بركا ، بول
الشمس : النجم الذى يهبنا الحياة / تأليف بول بركـــا ، ترجمـــة محيي الدين عبد الغنى
ط ١ – القاهرة: المركز القومي للترجمة، ٢٠١٦
٢٢٨ ص، ٢٤ سم .
١– الشمس
(أ) عبد الغنى ، محيى الدين (مترجم)
(ب) العنوان ٥٢٣,٧

رقم الإيداع: ٢٥١٧٦ /٢٠١٥
الترقيم الدولى 6 – 0479 – 92 – 977 – 978
طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

تهدف إصدارات المركز القومي للترجمة إلى تقديم الاتجاهات والمذاهب الفكرية المختلفة للقارئ العربي، وتعريفه بها. والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافاتهم، ولا تعبر بالضرورة عن رأي المركز.

المحتويات

مقدمة المؤلف 7

نجم من مليارات النجوم 12

مكانة الشمس فى النظام الشمسي 36

الشمس من الداخل وإلى الخارج 62

كيف يمكننا دراسة الشمس؟ 94

الشمس، نجم ديناميكى متغير 110

الشفق القطبى والطقس الفضائي 127

الشمس والحياة على الأرض 155

كيف يمكننا الاستفادة من الشمس 175

كيف يمكنك دراسة الشمس والشفق القطبى؟ 187

البحوث الحديثة عن الشمس، والشفق القطبى، والطقس الفضائى 195

صفحات إنترنت مفيدة.. 211

ثبت المصطلحات 217

مقدمة المؤلف

لسنوات عديدة بهرنى جمال الشمس، ولم يكن ذلك غريبا؛ حيث إن أولى خطوات حياتى كانت فى "مركز مراقبة ودراسة الشمس" فى المدينة النرويجية "هار ستوا" (**Harestua**)، فهناك كان يعمل والدى "شل برِكّا" (**Kjell Brekke**). وخلال دراستى فى الجامعة بحى "بلندرن" (**Blindern**) فى العاصمة النرويجية أوسلو؛ قُدمت إلى الأستاذ الدكتور "أولاف شلدست– موا" (**Olav Kjeldseth– Moe**) الذى أوحى إلى، وشجعنى على التخصص فى مجال دراسة الشمس، وهو الذى أصبح المشرف (العلمى) على أثناء دراستى لدرجتى الماجستير والدكتوراه. ولقد كان هو، والكثير من زملائى فى معهد الدراسات النظرية لفيزياء الفضاء" (**Institute for Theoreticl Astrophyscs**) فى جامعة أوسلو عاملا مهما لأن أصبح "باحثا فى علوم الشمس". وهم الذين أوحوا إلى بنشر ونقل علوم الشمس إلى قطاع واسع من العامة وغير المتخصصين. هذه الرغبة فى تبسيط البحوث والعلوم هى التى ساعدتنى فى إنتاج هذا الكتاب.

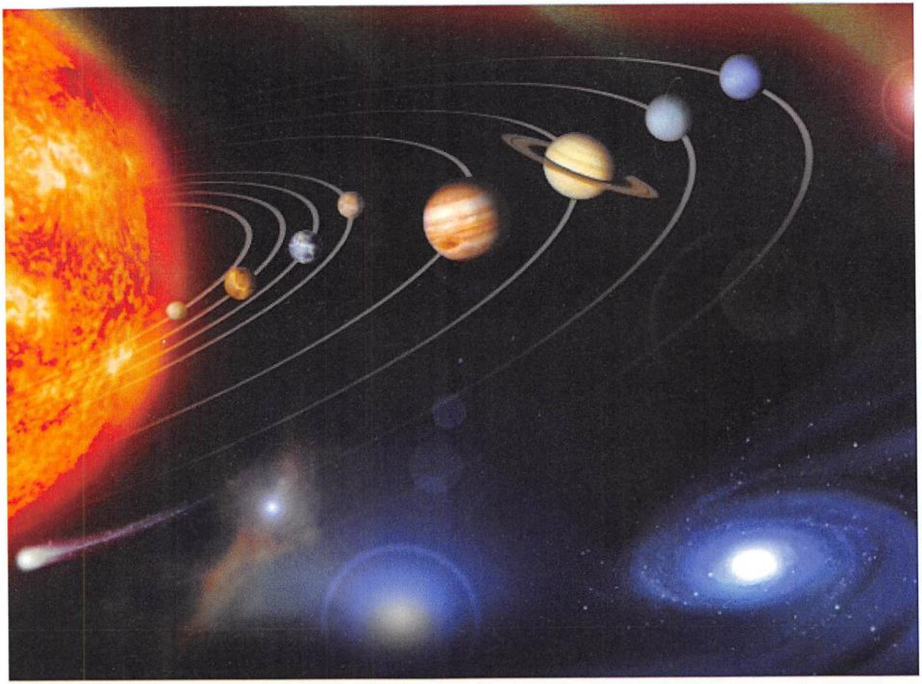
والكتاب يشرح خواص وصفات الشمس المهمة، وكيف كانت مبهرة للناس على مر آلاف السنين. ولقد كُتب بلغة مبسطة لا تحتاج خلفية علمية خاصة مسبقة لفهمه.

إننى أتمنى أن يساهم هذا الكتاب فى إثارة الاهتمام بهذا النجم المبهر، الذى يمثل أقرب جيراننا من الأجرام السماوية، وأن يزيد من الاهتمام وحب العلوم الطبيعية الأخرى بصفة عامة. إن معرفة الحقائق عن الشمس سوف تكون بوابة لحب علوم الطبيعة، وسوف تؤثر فينا بطرق مختلفة. إن علم "فيزياء الشمس" (**Solar Physics**) يمكن ربطه بلائحة طويلة من مختلف العلوم والتخصصات من العلوم الطبيعية الأخرى، مثل الفيزياء العامة، والكيمياء، وعلوم المادة الحية (الأحياء، أو البيولوجى)، وعلوم الطقس، وذلك ذكر لغيض من فيض.

يشمل الكتاب "قرصا مدمجا" (سى دي- **CD**) يحتوى على مقاطع فيديو كثيرة، ومقاطع من أفلام وصور توضيحية أخرى، سوف تبين مدى الطاقة والقوة المختزنة فى الشمس. ويحوى أيضًا محاضرة مسجلة على برنامج "بوّر بوينت" (***Power Point***) لاستخدامه فى الفصول الدراسية.

أوجه الشكر والتحية لكل من ساهم فى إنتاج هذا الكتاب، وأخص بالذكر "مركز إطلاق صواريخ بحوث الفضاء" (***ARS***) (***Andøya Rocket Shooting's field- ARS***) الذى تكفل بإنتاج الكتاب. وشكر خاص لـــ "أولاف شيلدست- موا" الأستاذ بجامعة أوسلو، وكذلك "أوسن بيورن أنجفولد" بنفس الجامعة، والسيدة "بيرجيت ستروموس- هولم" (***NAROM***)، والسيد "أريك نفت" لقيامه بمراقبة الجودة، وإجراء الكثير من الحوارات المفيدة. وشكر كثير متواصل إلى "تروند إبراهامسن" الباحث بمركز إطلاق الصواريخ، وكذلك "ستيل هيل" الباحث بـــ "ناسا" لإمدادى بالكثير من الرسوم التوضيحية.

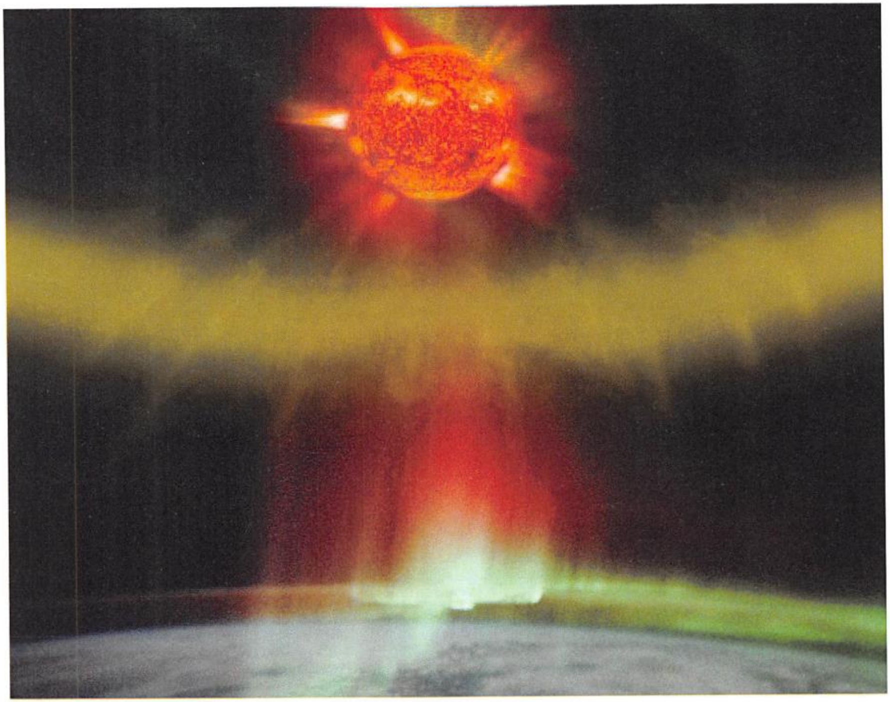
أوسلو فى ٢٠٠٩ بول برِّگا



الشمس والكواكب الثمانية التى تتبعها فى العائلة المسماة "النظام الشمسى" والمجموعة الشمسية – بما فيها الأرض– تمثل جزءًا صغيرا جدا من الكون المتسع.

(الصورة من وكالة الفضاء الأمريكية ناسا *NASA*)

الكاتب عندما خطا أول خطوة فى مركز مراقبة ودراسة الشمس، الموجود فى المدينة النرويجية "هارستوا" (*Harestua*).



الشمس تؤثر على الأرض بطرق مختلفة. واحد من هذه التأثيرات ظاهرة "نور الشمال" أو ما يسمى بـ "بالشفق القطبى" الجميل. وفى الصورة نرى "الشفق القطبى" مصورا من محطة فضائية.

(**S.Hill/ NASA**)

نجم من بين مليارات النجوم

فى إحدى الليالى الصافية، وعندما ترفع عينيك لتنظر إلى السماء؛ فسوف ترى أنها تعج بالكثير من النجوم. فهل فكرت مرة، ما طبيعة هذه النجوم؟ وهل تعلم أن الشمس هى أيضًا إحدى النجوم؟

قد يكون من الصعب تصور أن الشمس نجم مثل هذه النجوم، التى تلمع فى سماء الليلة الصافية. لكن الحقيقة هى أن الشمس واحدة من هذه النجوم، والفرق – فقط – يكمن في أن هذه النجوم التى نراها بالليل تقع بعيدا عنا بمليارات الكيلومترات، بينما تتمركز الشمس على بعد قريب منا بملايين المرات. فالشمس، إذن هى النجم الوحيد الذى نستطيع أن ندرسه بدقة، ونحصد الكثير من المعلومات عنها، ومن ثم نفهم الكثير عن ماهية النجوم الأخرى.

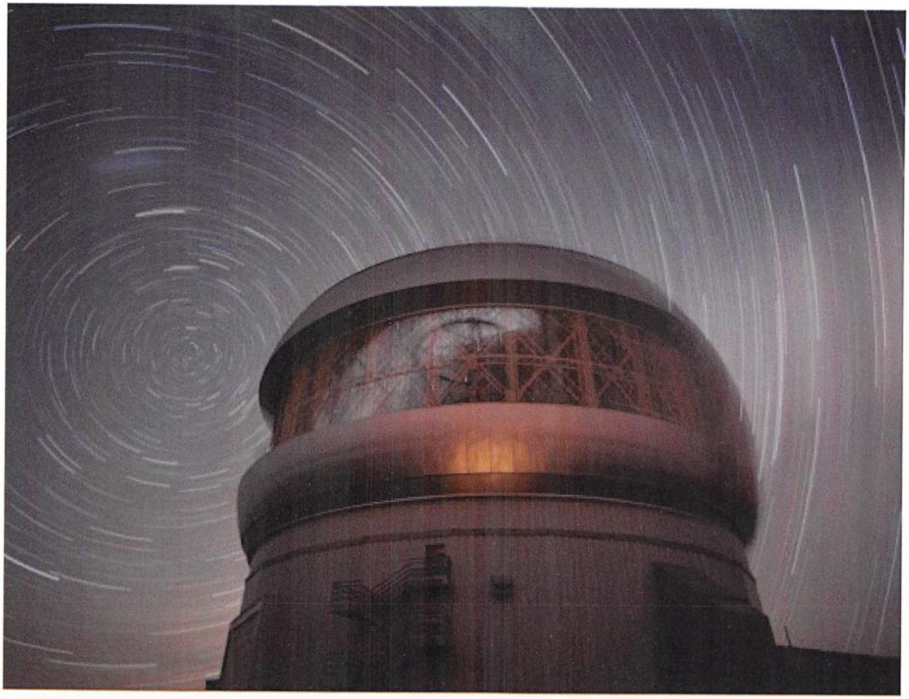
على مر آلاف السنين، حدق البشر نظرهم فى سماء الليالى الصافية، وأبدوا دهشتهم وإعجابهم، لكنهم لم يدركوا أن هذه النجوم التى يرونها هى نجوم مثل نجمهم الأقرب: الشمس. ولم يعلموا أننا جزء من مجرة كبيرة ضخمة، وأنه يوجد المليارات* من المجرات الأخرى. بل لم يعلموا أننا، نحن البشر؛ لا يمثل وجودنا إلا " لحظة خاطفة" فى عمر كون يبلغ تاريخه الزمنى ١٣,٨٢ مليار سنة.

ويجب ملاحظة أننا لا يمكننا، بالعين المجردة؛ أن نكتشف النظم الشمسية (النجمية) الأخرى، أو نرى المجرات الأخرى، أو حتى الكواكب. ولكننا الآن؛ نملك تليسكوبات عملاقة على الأرض، وأخرى فى الفضاء، تساعدنا على استكشاف الكون. وبدون هذه التليسكوبات ما كان لنا أن نعلم شيئا، إلا عن الكواكب القريبة منا، وعن شمس واحدة، وقمر واحد، وبضع قليل من آلاف النجوم.

حقيقة علمية:

الشمس هى ذلك النجم المضىء فى السماء والذى يستطيع الجميع رؤيته. لكن يجب ألا يحدق الإنسان فيه، فالشمس أكثر الأجسام إشعاعا للضوء فى السماء. إنها تشع بشدة لدرجة أننا لا نستطيع التحديق فيها؛ فذلك يؤذى العين.

صورة تبين امتداد وانتشار نجوم مجرتنا المسماة "الطريق اللبنى" (***Milky way***) فوق جبال الأرجنتين، وتبين أيضًا المذنب (***Comet***) المسمى بـــ "مك نوت" (***Mc Naught***) (الصورة لـــ "م. درك مولر" – ***M. Druckmuller***)



صورة محطة مراقبة الفضاء "جيمينى" (**Gemini Observatory**) الموجود فى "شيلى" (**Chile**). ومن هذا التليسكوب يمكن مراقبة حركة النجوم، وذلك بتسجيل صورها على مدار زمن طويل جدا. وهذه الصورة تبين النجوم كما ترى من هذه المحطة.(**P. Michaud**)

الطريق اللبنى – وجيران الشمسي

كل النجوم التى يمكننا أن نراها بالعين المجردة موجودة فى مجرتنا المسماة بـــ "الطريق اللبنى"(*) (*Milky Way Galaxy*) وتنتمى إليها، وهى المجرة التى نعيش على أحد كواكب مجموعاتها النجمية. وهذه المجرة كبيرة وضخمة لدرجة أن الأشعة الضوئية سوف تستغرق مئة ألف عام حتى تعبرها. والشمس وكواكبها الثمانية موجودة فى أحد "الأذرع اللولبية (*Spiral arms*) لمجرة "الطريق اللبنى". والشمس ومجموعتها الكوكبية نجم واحد من مائتى مليار من النجوم الأخرى المكونة الأخرى. ولذلك فإن العدد الكلى للنجوم فى الكون كله كبير لدرجة لا يمكن تصورها.

ولقد حاول بعض الباحثين – على الرغم من ذلك؛ بتقدير لعدد النجوم فى الكون. ووصل أحد هذه التقديرات إلى رقم: ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٣٠٠ نجم.

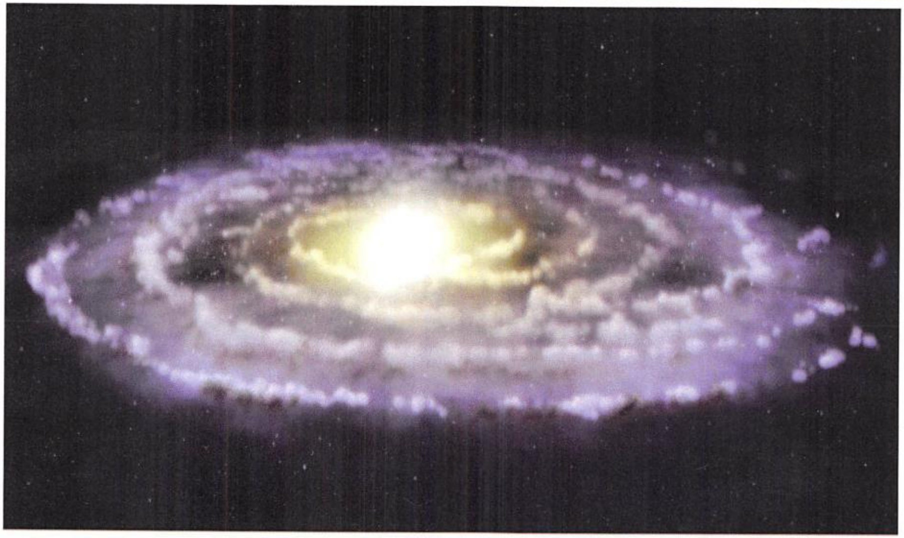
أى ثلاثمئة ألف مليار مليار نجم– ومن المعروف أن المليار يساوى ألف مليون. ولذا يقول البعض: إننا لو قمنا بِعَد كل حبيبات الرمل، سواء فى الصحراء وعلى شواطئ البحار، فى كل أنحاء الكرة الأرضية؛ لوجدنا أن عدد النجوم فى الكون يزيد ثلاثة آلاف ضعف لعدد حبيبات الرمل.

وعلى الرغم من أن عدد النجوم التى يمكن مشاهدتها بالعين المجردة من على الأرض يتراوح بين خمسة إلى ثمانية آلاف ؛ فإن فردًا فى مكان ما على الكرة الأرضية لا يستطيع إلا رؤية حوالى ٣٥٠٠ نجم فقط، من ذلك المكان بالتحديد.

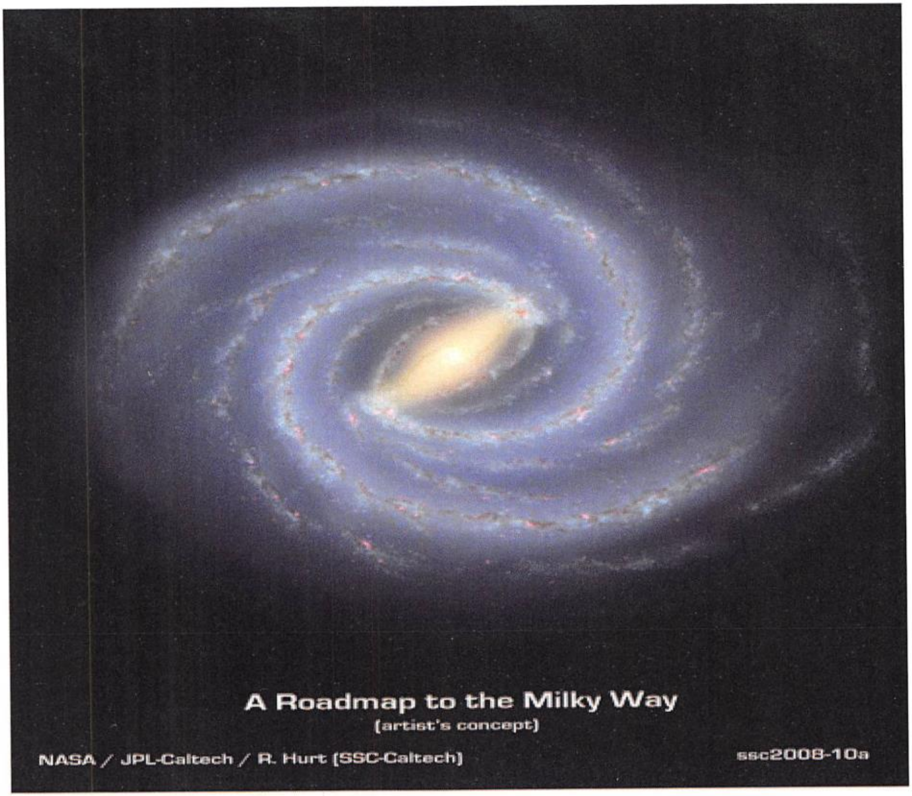
(*) البعض يسمى المجرة "درب التبانة"، وآخرون يسمونها "درب اللبانة"، وكلها مجرد اجتهادات فى ترجمة الاسم. وتعتبر المجرة وحدة البناء للكون، وهى تجمع نجمى يتألف من المليارات من النجوم، وتوابعها الكوكبية. وتترابط الأجرام السماوية فيما بينها، بعضها ببعض، عن طريق قوى التجاذب المادي. وتتخذ المجرة شكل الطبق أو القرص الدائرى أو اللولبي. ويملأ فراغات ما بين النجوم غبار ذري، وغازات ذرية "المترجم" .

حقيقة علمية١: لو أن أحد الأفراد أراد أن يعد النجوم فى مجرتنا، فسوف يستغرق ذلك منه ثلاثة آلاف سنة، وذلك بفرض أنه يستغرق ثانية واحدة ليحسب نجمة واحدة (وبالطبع سيكون ذلك مملا ومزعجا جدا أن يستمر فى العد خمسين عاما، وعليه من ثم أن يبدأ العد من جديد!).

حقيقة علمية ٢: الشمس ومجموعتها الكوكبية يجريان معًا حول مركز مجرة "الطريق اللبنى" بسرعة تبلغ ٢٥٠ كم فى كل ثانية، أو ٩٠٠ ٠٠٠ كم فى الساعة. وعلى الرغم من هذه السرعة الفائقة فإن النظام الشمسى يستغرق ٢٤٠ مليون سنة للدوران* حول مجرة الطريق اللبنى.



مجرة "الطريق اللبنى" بيت البشر فى الكون .(***NASA / CXC / M.Weiss***)



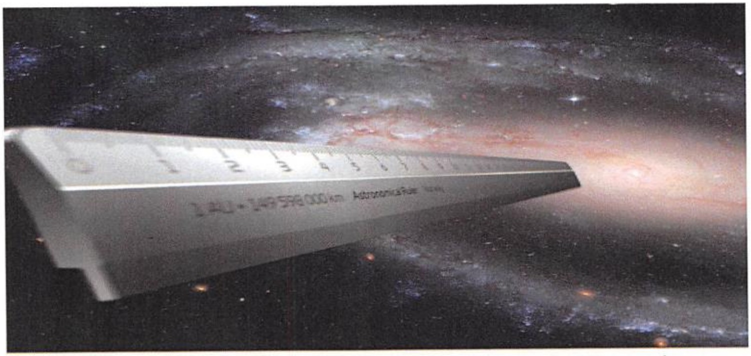
صورة توضيحية تبين تصورنا لمجرة "الطريق اللبنى"، وكيف ستبدو لنا لو نظرنا إليها من أعلاها وخارجها. (***NASA/ JPL- Caltech***)

تقدير المسافات فى الفضاء الكونى

المسافة بيننا وبين النجوم كبيرة جدا لدرجة لا يمكن تصورها وإدراكها. لذلك فإن استخدام وحدات الكيلومتر، أو الميل، لقياس المسافات؛ يصبح غير عملى. وهذا هو السبب الذى جعل الفلكيين يستعملون وحدة جديدة تسمى "السنة الضوئية"؛ لقياس الأبعاد بين الأجرام السماوية.

والسنة الضوئية هى المسافة التى يقطعها الضوء فى عام كامل. وفى الحقيقة فإن الضوء يسير بسرعة فائقة تبلغ حوالى ٣٠٠ ألف كيلومترًا فى الثانية الواحدة (!)، وعلى ذلك تبلغ المسافة التى يقطعها فى الساعة أكثر من مليار كيلومتر. وهذه السرعة تمكنك من السفر بين الإسكندرية وأسوان ذهابا وعودة ١٥٠ مرة فى الثانية الواحدة، وهذا بالطبع على فرض أنك تستطيع قيادة السيادة بهذه السرعة. علما بأن المسافة بين الإسكندرية وأسوان تبلع حوالى الألف كيلومتر.

إذن: كم عدد الكيلومترات فى السنة الضوئية؟ سرعة الضوء هى ٢٩٩٧٩٢ كيلومترًا فى الثانية على وجه الدقة. وبذلك تصبح المعادلة الحسابية كالتالي: ٢٩٩٧٩٢ × ٦٠ ثانية × ٦٠ دقيقة × ٢٤ ساعة × ٣٦٥ يومًا. وهذا يساوى بالتقريب ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٩٤٦٠ كيلومتر، أو ٩,٤٦ مليارات (المليار هو نفسه البليون) كيلومتر. وهو كما ترى مقدار لا نستطيع استيعابه أو تصوره.



عندما نحاول قياس أو تقدير المسافات فى الفضاء فليس من المفيد (أو العملى) استخدام المقياس المترى. والصورة أعلاه تبين المليارات من النجوم التى تتباعد بملايين السنين الضوئية.

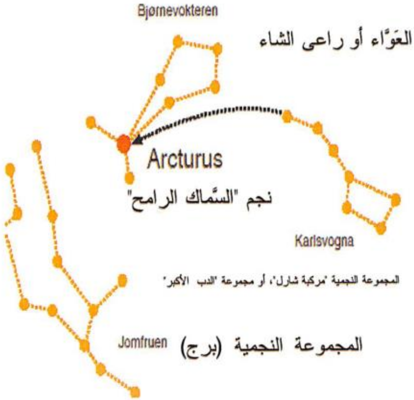
عدد كبير من المجرات المختلفة الشكل والتكوين، أمكن رؤيتهـا بواسطـة التليسكـوب الفضـائى "هبل" (**Hubble**) . والمسافة المقدرة بين هذا المكان فى الفضاء وبيننا تبلغ حوالى ١٣ مليار سنة ضوئية. أو بأسلوب آخر: إن المجرات المصورة تبعد عن التليسكوب (أو الأرض) ١٣ مليار سنة ضوئية.(***NASA***)

الصورة توضح الضوء الصادر من نجم انفجر منذ خمس سنوات وما زالت السحابة الغازية المحيطة به تتحرك. وما يجعلنا نراه أن الضوء ينعكس على الغاز فيبدو مضيئا (***NASA***).

الشمس والنجوم الأخرى

الشمس نجم متوسط الحجم والكتلة، وتوجد فى القضاء نجوم أكبر منه مئة، أو ألف، مرة. وفى المقابل أيضا، توجد نجوم أصغر من الشمس بمئة مرة. وعلى سبيل المثال، النجم المسمي بـــ "السَّماك الرامح " (***Arcturus***) أضخم بكثير من الشمس، قطره ٢٥ مرة أكبر، ولكننا لا نراه وذلك لأنه بعيد جدا عنا، فهو يقع على بعد ٣٧ سنة ضوئية فى الفضاء الخارجى من الأرض. ومن السهل ملاحظته لو استطعت رؤية المجموعة النجمية المسماة مجموعة "الدب الأكبر"(*) (***Big Dipper***)، وبعد رصدها تحرك النظر حتى ترى نجم شديد السطوع.

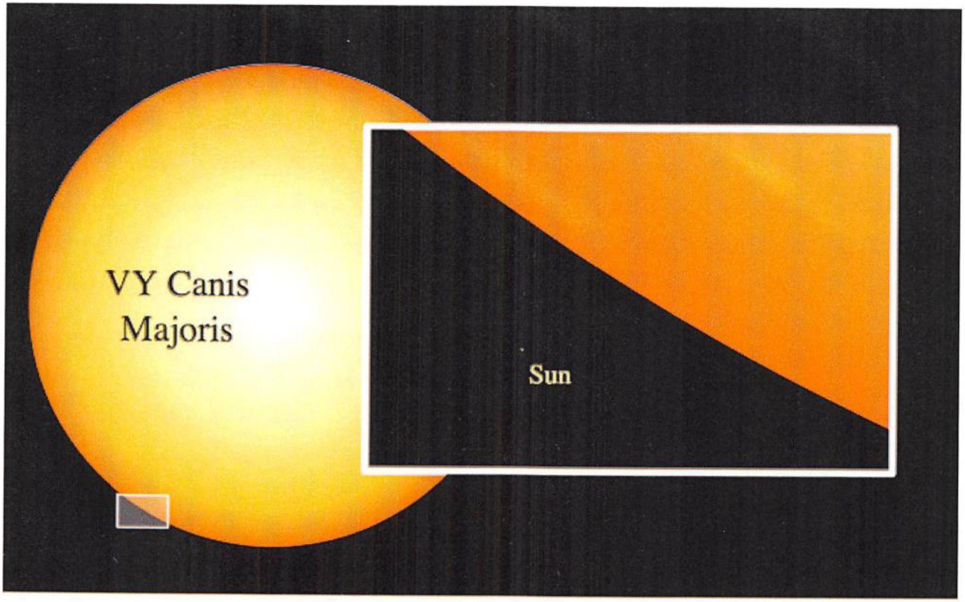
وقطر نجم "الدَّبران" (***Aldebaran***) ٤٤ مرة قطر الشمس ويبعد عنا ٦٥ سنة ضوئية. أما نجم "قلب العقرب" (***Antares***) فيبلغ حجمه ٤٨٠ مرة حجم الشمس، وهو يبعد عنا حوالى ٦٠٠ سنة ضوئية. والنجم الأكبر على الإطلاق الذى اكتشف حتى الآن يسمى ***VY*** فى مجموعة "الكلب الأكبر" (***Canis Majoris***)، ويبلغ قطره حوالى ٢٠٠٠ مرة قطر الشمس. وهو يبعد عنا ٤٩٠٠ سنة ضوئية كاملة.



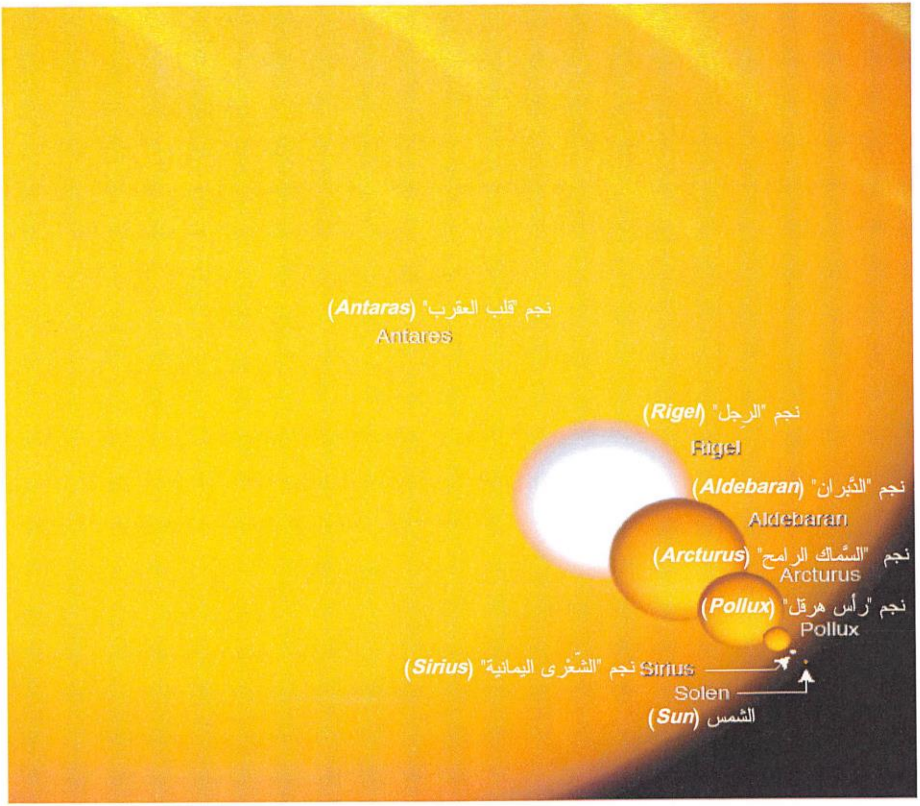
المجموعة النجمية "مركبة شارل"، أو مجموعة "الدب الأكبر"

يمكننا إيجاد ورؤية نجم "السِّمَاك الرامح" بتتبع ذراع المجموعة النجمية المسماة "الدب الأكبر"(ويسمى أيضًا عربة شارل)، كما هو موضح فى الصورة.

(*) مجموعة الدب الأكبر هى مجموعة نجمية تبدو للقاطنين فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية، فى سماء فصل الربيع مع مجموعة الأسد ونجم السِّماك الرامح. وانظر الصورة للتعرف على أسماء النجوم – " المترجم"



نجم "الكلب الأكبر" هو النجم الأكبر الذى تم اكتشافه مؤخرا، وتصبح الشمس بالمقارنة إليه مجرد نقطة .
(ويكيبيديا)



الشمس نجم صغير جدا بالمقارنة مع عدد كبير من النجوم الكبيرة.

(*T.Abrahamsen / ASRS*)

النجوم الأقرب إلينا

أقرب جيراننا من النجوم هو النظام النجمى الثلاثى المسمى "بالقنطور" أو "القنطورس"(*) (*Centaurus*). وهو مكون من النجم "بروكسيما قنطورس"، و"ألفا قنطورس" المكون من نجمين (أ) و(ب). والنجم الأصغر فى هذا النظام هو"بروكسيما قنطورس" (انظر الصورة، مكان النجم عند رأس السهم) ودرجة حرارة سطحه ٢٤٠٠ كلفن(*) فقط (*2400k*). ودرجة إضاءته أضعف من الشمس بثلاثة عشر ألف مرة من درجة إضاءة الشمس. إنه واحد من أضعف النجوم المعروفة إضاءة. وعلى العكس فإن النجم "ألفا قنطورس" (أ) حجمه مثل حجم الشمس تقريبًا.

والنجم "بروكسيما قنطورس" يقع على بعد ٤,٢٢ سنة ضوئية من الأرض، وهذه المسافة تساوى: ٣٩ ٩٢٤ ٥٧٦ ٠٠٠ ٠٠٠ كيلومتر(كم)، أو ٣٩٩٢٤ مليار كيلو متر(!). وهذا يعنى أن الضوء الذى نراه الآن يكون قد انطلق من النجم منذ أكثر قليلا من أربعة أعوام مضت(*).

تصور أنك تريد السفر إلى هذا النجم، هل يمكنك هذا؟ حاول أن تجد الإجابة فى "الحقائق".

(*) القنطور، أو القنطورس نظام نجمى مكون من ثلاثة نجوم، وجاءت التسمية من اسم مخلوق أسطورى وارد فى الأساطير اليونانية، رأسه والجزء الأمامى من الجسم عبارة عن رأس وجسم رجل ملتصق بالجزء الخلفى من جسم الحصان "المترجم".

(*) "مقياس كلفن" هو مقياس لدرجة الحرارة المطلقة، ويستخدم فى علم الديناميكا الحرارية. ودرجة الصفر المطلق فيه تقابل – ٢٧٣ درجة فى المقياس المئوي. وجاء الاسم نسبة إلى الفيزيائى البريطانى المولود فى بلفاست (أيرلندا الشمالية) "ويليام تومس كلفن" (***W.T.Kelvin***) (١٨٢٤–١٩٠٧) . ويمكن استخدام درجة الحرارة فى مقياس كلفن للدلالة على درجة حرارة النجوم كدرجة الحرارة فى مقياس "سلسيوس" وهو المقياس المتداول ويعرفه الجميع وتسميته نسبة إلى أستاذ الفضاء الفيزيائى السويدى (***Anders Celsius***)، ونعرفه أيضا باسم النظام المئوى لقياس الحرارة "المترجم".

(*) يحسب عمر الضوء بالفترة الزمنية بين انطلاقه، أو انبعاثه من النجم إلى أن يصل إلى الراصد– " المترجم".

وأقرب المجرات إلى مجرتنا هى "مجرة أندروميدا" (***Andromeda Galaxy***)، وهى تقع على بعد ٢,٥ مليون سنة ضوئية.

والضوء الصادر منها ونراه اليوم، يكون قد بدأ السير إلينا منذ ٢,٥ مليون سنة، وهذا يعنى أننا نرى زمانًا مضى عليه ٢,٥ مليون عام.

النظام النجمى "القنطور"، أو "القنطورس" (***Centaurus***) يتكون من النجم ألفا قنطورس، والنجم بيتا قنطورس. وهما النجمان شديدا اللمعان في الصورة. بينما بروكسيا قنطورس هو نجم إضاءته ضعيفة لدرجة أنه لا يمكن رؤيته بسهولة فى الصورة، وهو المشار إليه بالسهم. (***M. Lorenzi***)

<u>حقيقة علمية (١):</u> لو استطعت أن تقود سيارة بسرعة مئة كيلومترًا فى الساعة فسوف تستغرق رحلتك إلى النجم ٤٧ مليون سنة حتى تصل. ولو أضفت وقت الراحة فإنك لن تصل إلا بعد ٥٠ مليون سنة.

<u>حقيقة علمية (٢)</u>: وفى حال لو استطعت أن تركب مركبة فضاء تطير بسرعة ٢٧٦٠٠ كم/ ساعة فى اتجاه النجم، فسوف تستغرق الرحلة ١٦٨٨٠٠ سنة كاملة.

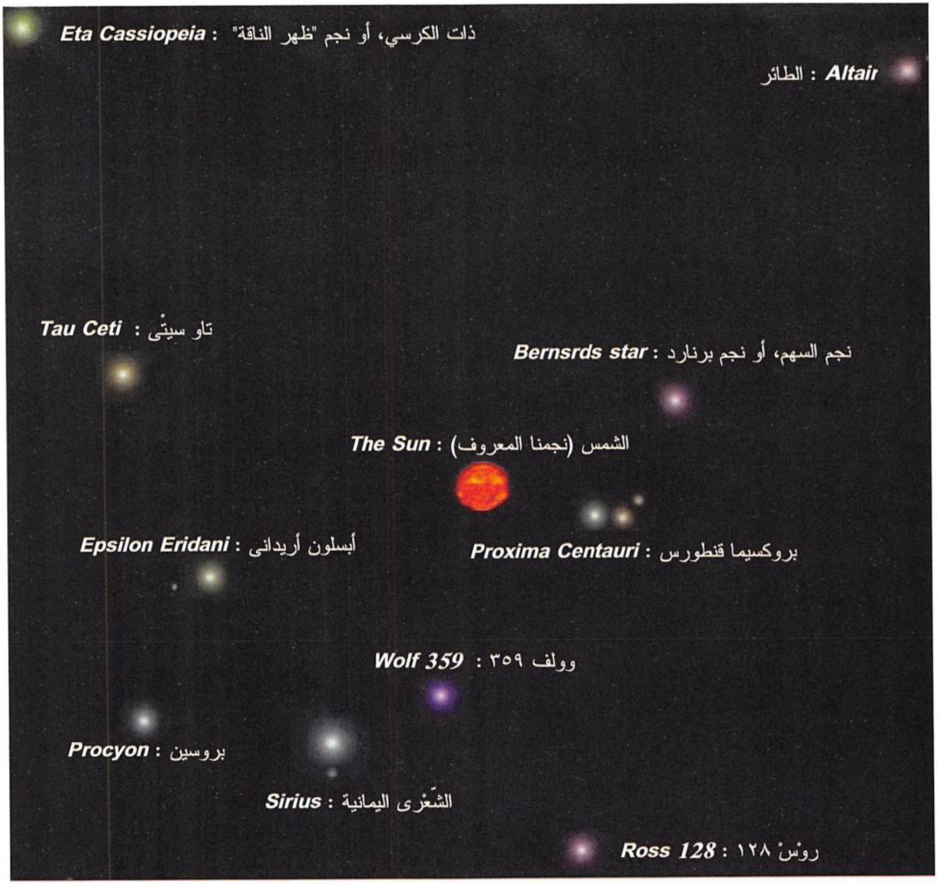
<u>صورة الحقيقة علمية (١) :</u>

Fig.46

لو استطعت أن تقود سيارة بسرعة مئة كيلومترًا فى الساعة فسوف تستغرق رحلتك إلى النجم ٤٧ مليون سنة حتى تصل. ولو أضفت وقت الراحة فإنك لن تصل إلا بعد ٥٠ مليون سنة.

<u>صورة الحقيقة علمية (٢):</u>

وفى حال لو استطعت أن تركب مركبة فضاء تطير بسرعة ٢٧٦٠٠ كم/ ساعة فى اتجاه النجم، فسوف تستغرق الرحلة ١٦٨٨٠٠ سنة كاملة.


Eta Cassiopeia : ذات الكرسي، أو نجم "ظهر الناقة"
Altair : الطائر
Tau Ceti : تاو سيتّى
Bernsrds star : نجم السهم، أو نجم برنارد
The Sun : الشمس (نجمنا المعروف)
Epsilon Eridani : أبسلون أريدانى
Proxima Centauri : بروكسيما قنطورس
Wolf 359 : وولف ٣٥٩
Procyon : بروسين
Sirius : الشّعْرى اليمانية
Ross 128 : روسْ ١٢٨

نجوم أخرى معروفة

" مركبة شارل" (***Charles`s Wain***) هى مجموعة النجوم الأكثر شهرة بين العامة، ويعرفها الكثيرون من الناس. وهى جزء من مجموعة أكبر من النجوم تسمى مجموعة "الدب الأكبر" (***Big Dipper***). ورغما عن أن هذه النجوم تبدو قريبة من بعضها البعض، فإنهم فى الواقع يبعدون عن بعضهم البعض سنوات ضوئية عديدة. والنجم الذى يقع فى نهاية ذراع المركبة يسمى "القائد" (***Alcaid***)، ويقع على بعد ٢١٠ سنة ضوئية إلى الخارج. والنجمة التالية ، تسمى "المئزر" (***Mizar***) وتبعد ٨٨ سنـــة ضوئيـــة فقط (!)، وعلى ذلك يكون البعد بينهما ١٢٢ سنة ضوئية، أى إن بينهما مسافة قدرها مئة مليار كيلومتر. والنجم الأكثر سطوعا فى هذه المجموعة هو "الدبة" (***Dubhe***)، وهو عبارة عن نجم ضخم أصفر ذهبى اللون (كلون الشمس) ويشع ١٤٥ مرة أقوى من الشمس، ويقع على بعد ١٠٠ سنة ضوئية عنها.

أما أسطح نجم فى برج "الجوزاء"، أو "كوكبة الجبار" (***Orion***) فيسمى "رِجْل"(*) (***Rigel***)، ويقع على بعد ٩٠٠ سنة ضوئية تقريبًا من الشمس. ودرجة سطوعه تبلغ ستين ألف مرة سطوع الشمس، ولذا فعلينا أن نكون سعداء لأنه ليس قريبًا منا. أما النجم الأحمر المائل للاصفرار، والذى يقع فى أعلى يسار الصورة؛ فيسمى "منكب الجوزاء"، أو "بيت الجوزاء"(**) (***Betelgeuse ،bital-jauza =***) وهو عبارة عن نجم عملاق أحمر" (***Red Giant***)، ويبعد ٥١٨ سنة ضوئية عنا. وهو ضخم جدا، ولو كان فى مكان الشمس لاستطاع أن يبتلع كوكبى الأرض والزهرة.

(*) "مركبة شارلز" جزء من كوكبة الدب الأكبر (***Ursa Major***)، التى تسمى أيضا "الغطاس" (وهو طائر مائي). والمركبة مجموعة من النجوم المعروفة للكثيرين، وتتكون من سبعة نجوم ساطعة، أسماؤها مبينة بالرسم. ومن الواضح أن الأسماء الإنجليزية هى ترجمة حرفية للأسماء العربية، فقد كانت هذه النجوم مرصودة ومعروفة للعرب، وانتقلت هذه المعرفة أثناء وجود العرب فى إسبانيا. وسجلت هذه الأسماء فى "جداول ألفونسو" وهو ملك "ليون" و "كاستيل" (***Leonx Castile***) ويسمى "ألفونسو العاشر" (***Alfonso x***)، أو "ألفونسو الفلكي"، حيث إنه هو الذى دعم ماليا تكاليف وضع هذه الجداول التى تبين موضع الشمس والقمر والكواكب بالنسبة لموضع النجوم الثابتة فى السماء – " المترجم".

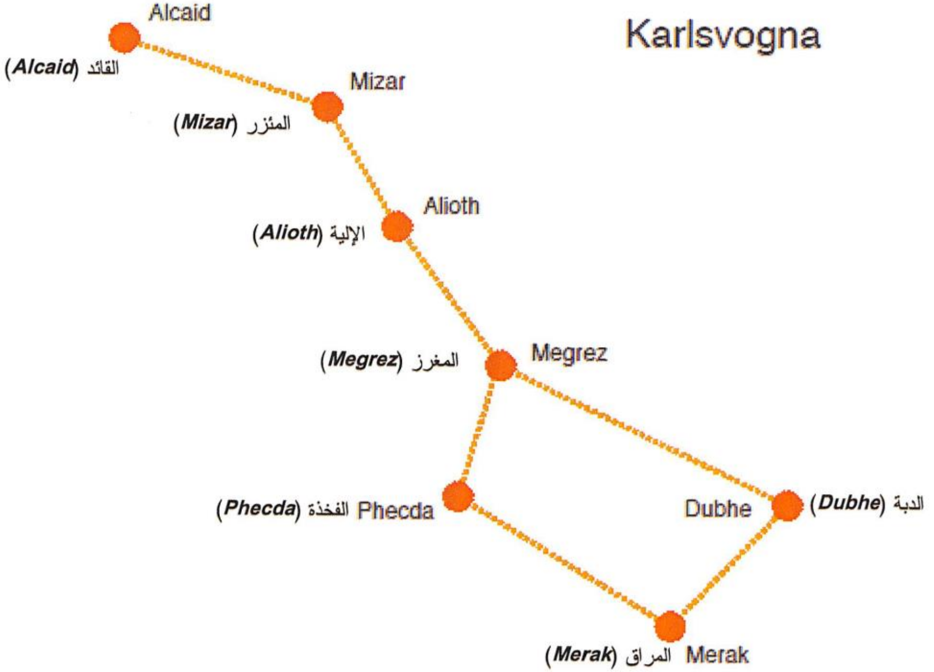
(**) ***Betelgeuse*** اسمها العربى هو "بيت الجوزاء" (***Bital-jauza***)، وهو النجم العاشر من النجوم الأكثر سطوعا فى السماء، ويقع فى برج "الجوزاء" (***Orion***)– " المترجم".

المجموعة النجمية المسماة بالعربى "بنات أطلس السبع"، وبالإنجليزية ***Pleiades***[*] هى عبارة عن "مجموعة نجمية"، أو عنقود نجمى (***Star Cluster***) ، مفتوحة، وتُرى بسهولة فى سماء الليل. وتبعد هذه المجموعة عنا ٤٤٠ سنة ضوئية. ولقد كانت هذه المجموعة من المجموعات النجمية التى درسها "جاليليو" (***Galileo***) بتلسكوبه منذ ٤٠٠ عام مضى. ومن التخيلات الطريفة، أنك لو تصورت أنك تقيم على كوكب يدور حول هذه المجموعة النجمية "الأخوات السبع" لمدة أربعين عاما، وتمتلك تليسكوبًا جيدًا ووجهته مباشرة تجاه الأرض، فإنك سوف ترى "جاليليو" بشحمه ولحمه يحملق بتليسكوبه تجاهك. وتفسير ذلك هو: يستغرق الضوء ٤٤٠ سنة ليصل من الأرض إلى مجموعة "الأخوات السبع"، وبهذا وكأنك تنظر إلى الماضى بحوالى ٤٤٠ سنة.

"الأخوات السبع" (***Pleiades***): هى مجموعة نجمية من السهل رؤيتها ورصدها مع السحابات الدخانية. وهى تبعد عنا حوالى ٤٤٠ سنة ضوئية. (***Magnar Fjortoft***)

(*) [***Pleiades***] اسم مأخوذ من الأسطورة الإغريقية ، التى تحكى أن سبع أخوات تحولن إلى نجوم. وكلمة ***Pleiad*** بالإنجليزية تعنى مجموعة متألقة من الناس أو الأشياء، عددهم غالبا مكون من سبعة أفراد أو أشياء– " المترجم".

Karlsvogna المجموعة النجمية عربة شارل



المجموعة النجمية "مركبة شارل"، أو مجموعة "الدب الأكبر"، ربما تكون أشهر المجموعات النجمية بالنسبة لنا. (***T.Abrahamsen***)

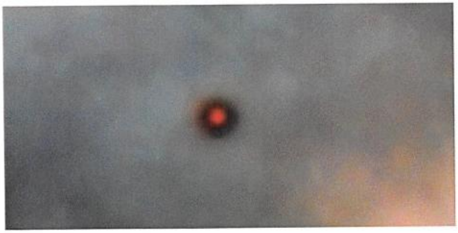
المجموعة النجمية "الجوزاء" (***Orion***)، أو "كوكبة الجبار". تتكون من نجوم مختلفة الألوان واللمعان. ويمكن رؤية النجم الضخم الأصفر المائل للاحمرار "بيت الجوزاء" فى أعلى الصورة يسارا، والنجم الأبيض المائل للزرقة فى أسفل الصورة يمينا، ويسمى "رِجْل" الجوزاء. ***(Magnar Fjørtoft)***

"صالة ولادة النجوم"

فى الفضاء تولد نجوم، وتموت أخرى بصفة مستمرة. وفى الفضاء توجد أيضًا مساحات شاسعة ضخمة مليئة بالسحاب المكون من الغبار والغازات الذرية. مثل هذه الكتل الغازية يسميها الفلكيون "الغيوم النجمية" (***Staller nebulae***)، أو "السدائم الغازية. وتولد النجوم عندما تبرد هذه السدائم الغازية، وتحت تأثير التجاذب المادى تتجاذب وتتكاثف إلى الداخل نحو مركز الكتلة، وفى النهاية تصبح شديدة الانضغاط والحرارة حتى تصل إلى درجة حرارة عالية، عندها يبدأ التفاعل النووى الاندماجي(*) عند ذلك يقال: إن النجم قد ولد. وفى بعض الأحيان تتكون كواكب من باقى السحابة الدخانية وتدور حول النجم حديث الولادة.

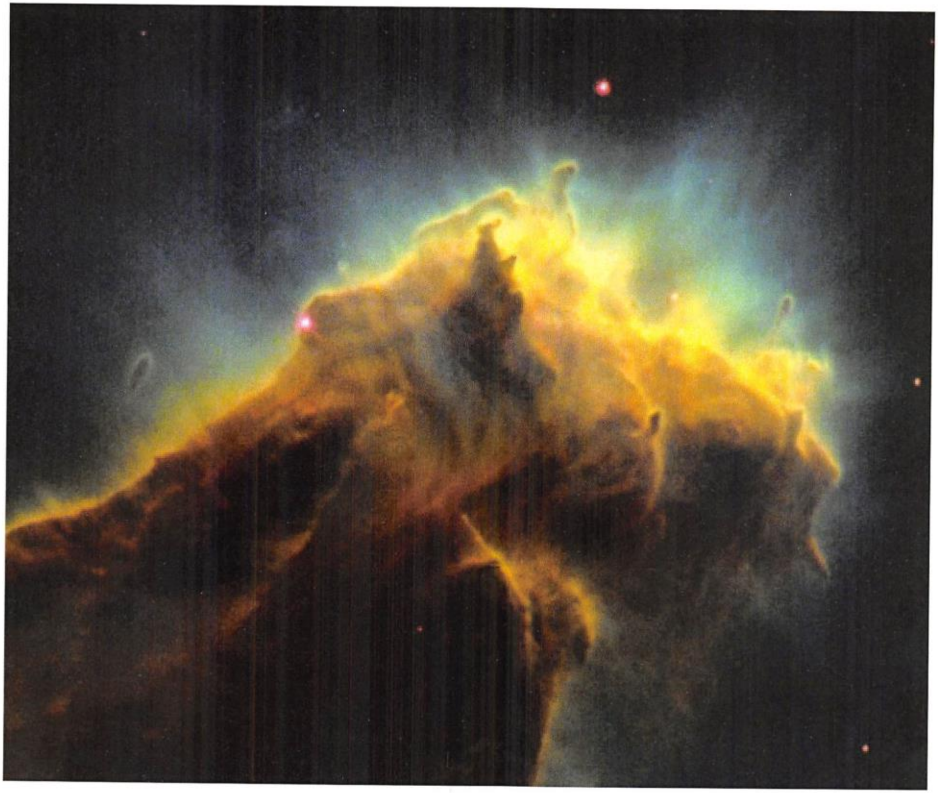
الصورة تبين أمثلة لمثل هذه السحابات (***nebulae***)، أو السدائم. ويمكن تسمية هذه السحابة "مهد النجوم"، أو "صالة ولادة النجوم" (***Stellar nurseries***). ويصعب قياس وحساب الأبعاد بالضبط لمثل هذه السحابات. وفى الصورة التى على اليسار يمتد العمود الدخانى عشر سنوات ضوئية – وذلك على سبيل المثال فحسب – أى أكبر من ضعف المسافة بين الشمس وأقرب النجوم إليها.

(*) التفاعلات النووية هى التفاعلات التى تحدث بين نويات العناصر فى قلب ذرة العنصر. وهى نوعان: أحدهما يسمى التفاعل النووى الانشطاري، وفيه تقذف نويات العناصر الثقيلة بجسيمات ذات طاقة عالية فتسبب انشطار النواة وانطلاق طاقة عالية، ومثال على هذه التفاعلات؛ التى تحدث أثناء تفجير القنبلة الذرية، والتى تسمى أيضا القنبلة الانشطارية. أما النوع الآخر من التفاعل النووي، يسمى التفاعل الاندماجي، فهو لا يتم إلا إذا توافر ضغط بالغ العلو، ودرجات حرارة فائقة الارتفاع، ونتيجة لذلك تندمج نويات العناصر الخفيفة، مثل الهيدروجين والهيليوم. وتتكون نويات عناصر أثقل منها، وتنطلق من هذا التفاعل طاقة عالية فى صورة ضوء وحرارة. وهذا النوع من التفاعل هو الذى يحدث فى الشمس والنجوم الأخرى– " المترجم".

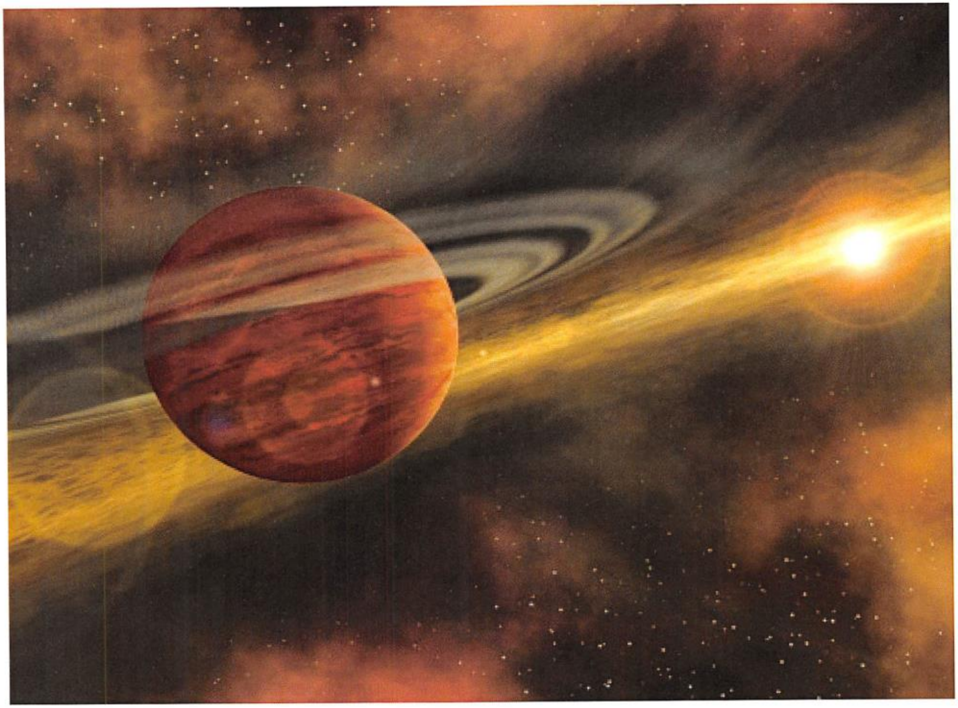


رسم لنجم حديث الولادة. ما زال يحيط به قرص من الغبار والغاز. ربما بعد فترة (فلكية) وجيزة تتكون كواكب من هذا الدخان الآخذ فى الانكماش (***NASA***).

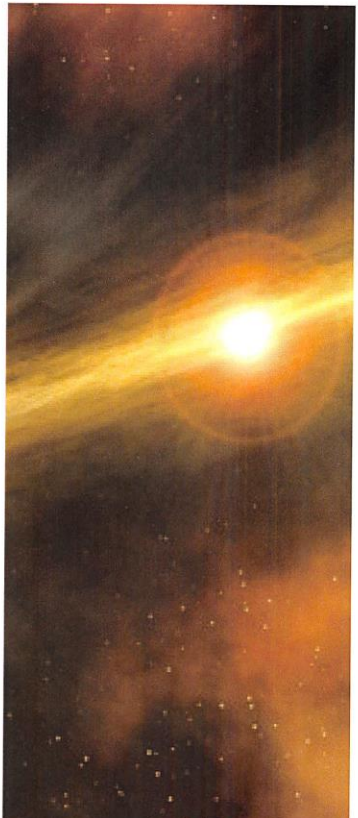
صورة لسديم النسر (***Eagle Nabula***) ذو الشكل الشبحى، ويعتبر صالة عملاقة يولد فيها النجوم الحديثة. (***NASA***).



فى سديم النسر (***Eagle Nebula***) نرى ما يسميه علماء الفلك "البيض الفضائى" (***Stellar eggs***)، والذى منه يبدأ السحاب فى التكور والتجمع مع بعضه البعض ويتضاعف حتى يكون نجومًا جديدة (***NASA***).



رسم لفنان رسام يوضح كوكبًا حديث الولادة، تكون للتو من قرص الغبار الذى يحيط بنجم صغير.
.(*NASA/ JPL– Calthech/ R.Hurt*)

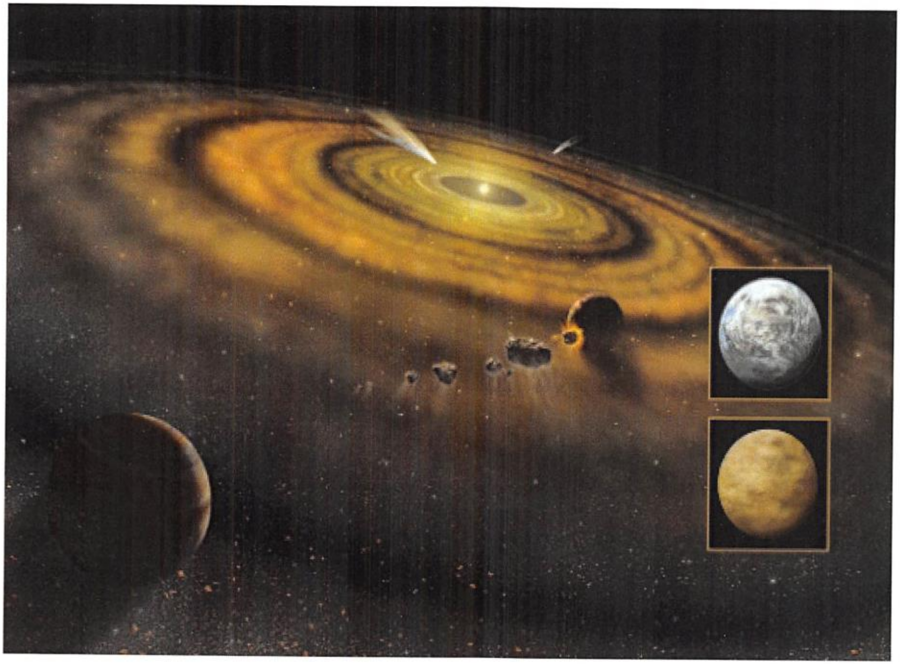


مكانة الشمس فى النظام الشمسي

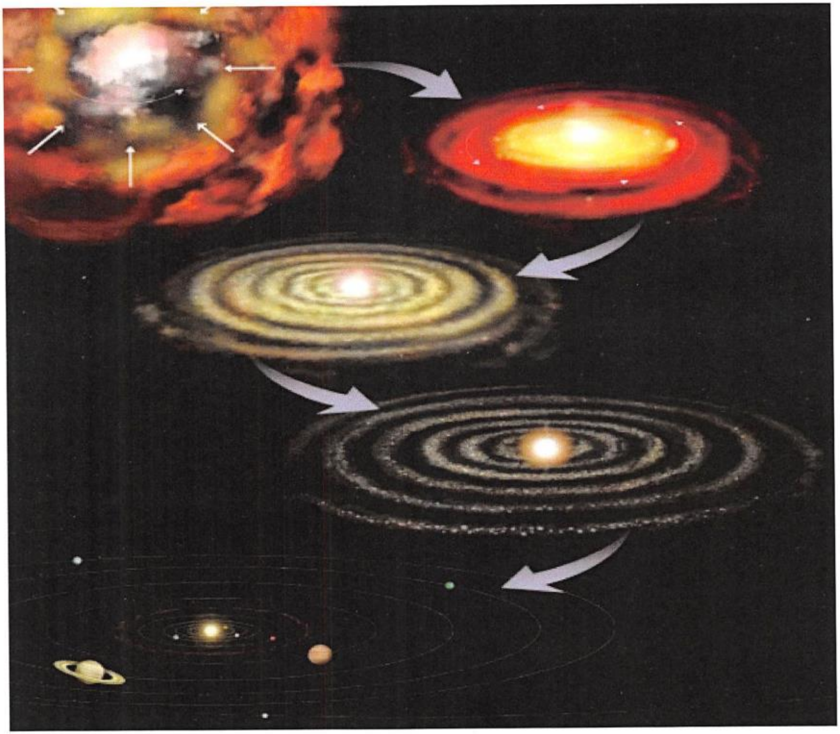
تكَوُّن النظام الشمسي

تكوّن "النظام الشمسى" (= الشمس وتوابعها)؛ منذ ما يقرب من ٤,٦ مليار سنة. ويفترض الفلكيون أن النظام الشمسى تكون من سديم من الغاز والغبار الكونى. وهذا الغبار تكون أصلا من انفجار أحد النجوم الضخمة، التى انفجرت على مقربة من المكان الحالى للشمس. وربما يكون قد تَكوّن من انفجار أحد النجوم الضخمة، التى تسمى بالسوبرنوفي(*) (***Supernove***)، وبعد الانفجار بدأت السحابة الغازية فى التضاغط، وبعد التحام أجزاء السحابة تزايد التضاعف بسبب قوة الجذب إلى المركز، ونتيجة للضغط الهائل المتولد أصبح القلب أكثر حرارة. وباستمرار التضاغط بدأ الجزء الموجود فى المركز فى التوهج، وتستمر العملية حتى يولد النجم (ويبدأ فى الإشعاع للضوء والحرارة). وحول هذه الشمس حديثة الولادة وجدت بقايا من السحابات الدخانية متناثرة فى أماكن مختلفة حولها، وكل قطعة من السحابات بدأت بالتلاصق والانضغاط، وعلى مدى ملايين السنين تكورت هذه البقايا الدخانية لتكون الكواكب الثمانية التى نعرفها اليوم.

(*) ***Supernovae*** : سوبر، بادئة تضيف معنى العظمة والضخامة الزائدة، ونوفي، جمع نوفا وتعنى الجديد. وسميت كذلك لأنها تظهر فجأة فتبدو نجمًا جديدًا فى السماء ويتميز بالضخامة وقصر العمر . وفى أثناء حياته يُكَوّن العديد من العناصر الأثقل من الهيدروجين والهيليوم مثل: الكربون، والأكسجين، والنتروجين، والفوسفور. وتعتبر هذه العناصر لبنات أساسية لتكوين المادة الحية. ويستمر النجم فى تكوين العناصر الأثقل نسبيا حتى يتكون الحديد، بعدها ينفجر ويشع ضوءا باهرا، وتتمزق أشلاؤه فى الفضاء مكونة سدائم وأتربة لتبدأ فى التجمع من جديد مكونة نجومًا أصغر، مثل شمسنا. ويعتقد الفلكيون أن الشمس هى من الجيل الثانى أو الثالث بمعنى أنها تكونت من سديم تبقى بعد انفجار نجمى سابق. وهذا يشرح لماذا تحوى الشمس الحالية عناصر أثقل من الهيدروجين والهيليوم- " المترجم".



رسم توضيحى يشرح كيفية تكون النظام الشمسى. ويرجع السبب فى اختلاف الكواكب فى الأساس إلى مكان وجودها بعدا أو قربا من الشمس المتكونة حديثا. (***NASA/ FUSE / Lynette Cook***)



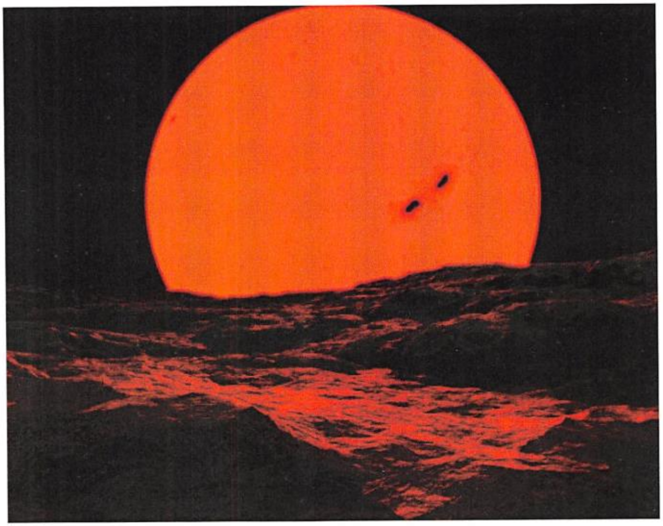
رسم توضيحى يبين خطوات تكون النظام الشمسى وتطوره من بدايته كسحابة من الغاز والغبار الذرى تتجاذب أجزاؤها إلى الداخل، وتتكون الشمس فى الجزء الأكثر كثافة وحرارة فى مركز السحابة. وتتكون الكواكب من البقايا المنتشرة حول الشمس فى نفس المستوى الأفقى للشمس نظرا لدورانها وجذب الشمس لها.(***Plymouth State University***)

دورة حياة الشمس

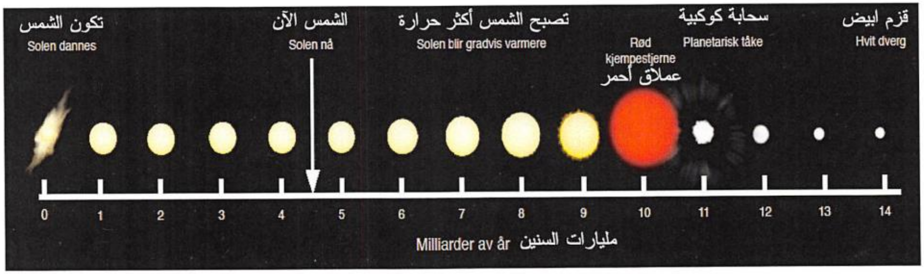
عمر الشمس الآن يبلغ ٤,٦ مليار سنة، وقد تكونت من سحابة من الغبار والغاز الذرى الناتج من انفجار نجم ضخم قبلها. وتجاذب أجزاء هذه السحابة وتتضاغط ناحية المركز(*)، وعندما أصبح الضغط والحرارة كبيرين بما فيه الكفاية، تبدأ فى القلب التفاعلات النووية الاندماجية. ويقال عند ذلك: إن الشمس (أو النجم) قد ولدت.

وفى الخمسة المليارات عام القادمة فسوف يستهلك وينفد "الوقود النووى"، وهو غاز الهيدروجين. وعندما يستهلك كل الهيدروجين ويتحول إلى هيليوم؛ وتتوقف التفاعلات النووية. وبعدها تتمدد الشمس وتنتفخ، وتصبح نجما أحمر اللون، يسمى "العملاق الأحمر" (***Red giant***). وبعد وصوله لهذه الحالة؛ سوف يبتلع كوكب عطارد (***Mercury***)، والزهرة (***Venus***)، وربما الأرض أيضًا. فى ذلك الوقت تصبح الشمس ٢٥٠ مرة أكبر مما هى عليه الآن. وفى هذه الحالة سوف تلفظ وتنثر الطبقة الخارجية من الغاز، وتفقد جزءاً من كتلتها. هذه الطبقة الغـازية التى ستنفصل سـوف تكون "سحـابة كوكبيـة" (***Plantary Nebula***)، وما يتبقى من القلب الساخن يسميه الفلكيون "القزم الأبيض" (***White dwarf***). والقزم الأبيض نجم؛ يكون حجمه مثل حجم الأرض تقريبًا، ولونه أبيض، وسوف يبرد بالتدريج ويضمحل على مدار المليارات التالية من السنين. وهذه هى الدورة الحياتية الطبيعية للنجوم ذات الوزن الصغير نسبيا، مثل الشمس المعروفة.

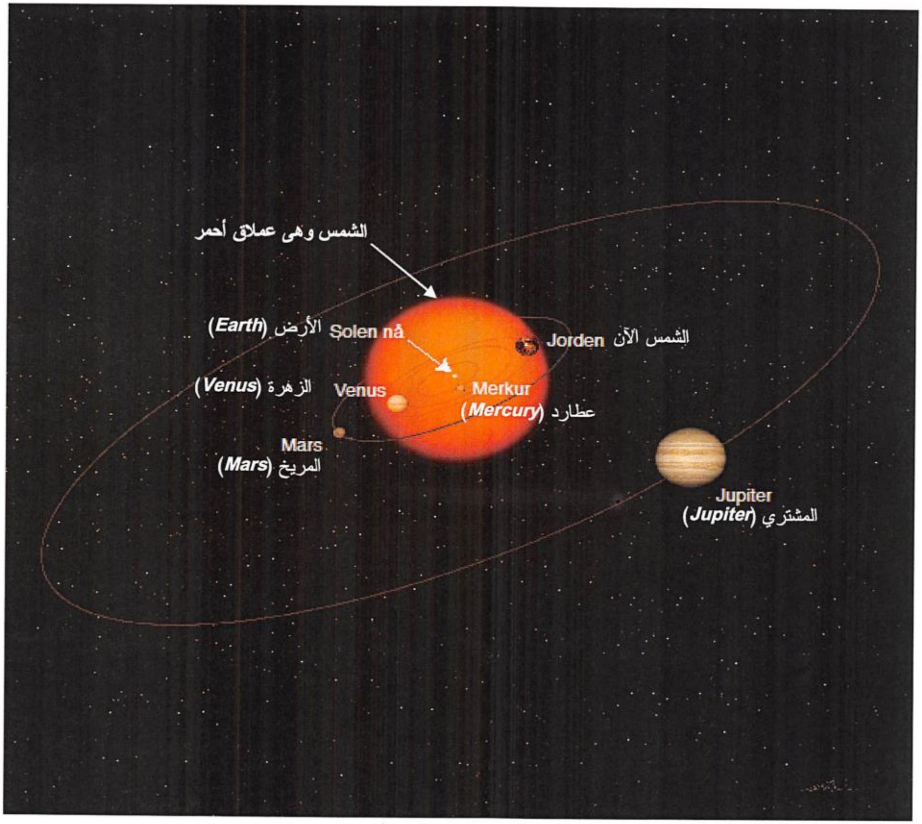
(*) توجد كلمة عربية تعطى الدلالة الصحيحة لتعبير(التضاغط إلى الداخل)، وهى "التكوير". وتكوير الشيء: إدارته، وضم بعضه إلى بعض، أو لفه على جهة الاستدارة. وفى القرآن "إذا الشمس كورت" (المعجم الوجيز – مجمع اللغة العربية) – " المترجم".



هكذا تصور أحد الرسامين كيف ستبدو الشمس بعدما تكبر بسرعة وتبتلع الأرض. (***J.Bryant***).



دورة حياة الشمس خلال ١٤ مليار عام (***NOAA / T.Abrahamsen / ARS***)



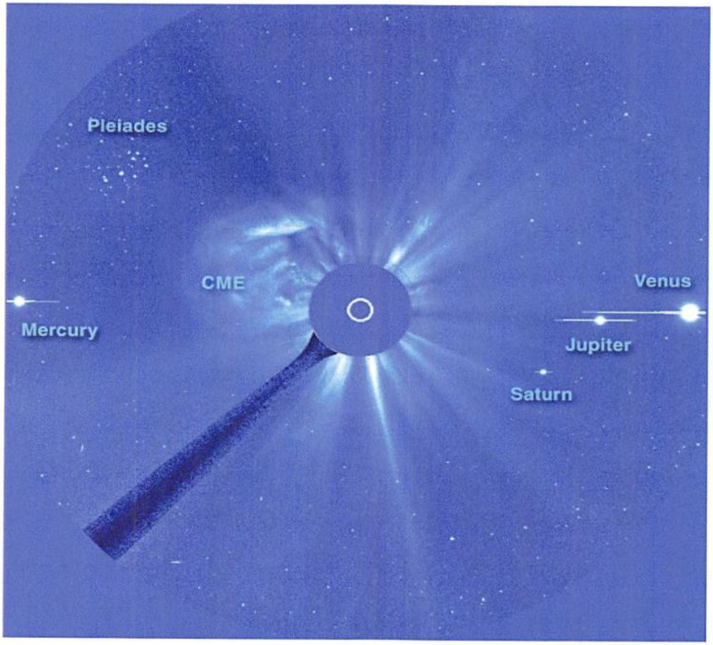
رسم توضيحى يبين كيف ستبدو الشمس بعد حوالى خمسة مليارات سنة، وكيف ستبتلع الكواكب الأقرب إليها (عطارد، الزهرة، وربما الأرض) (***T.Abrahamsen / ARS***)

النظام الشمسي

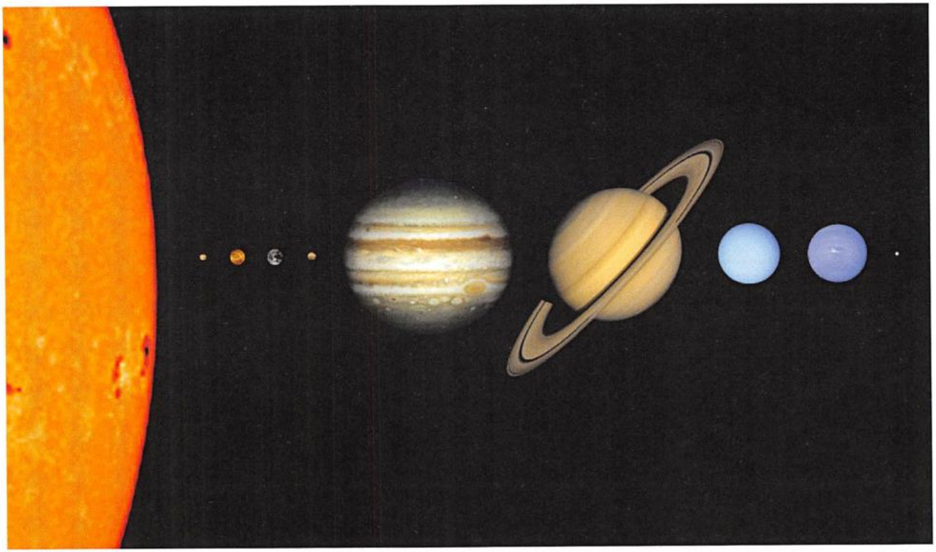
تتمركز الشمس فى القلب من النظام الشمسى. وهى تحتوى، فى الحقيقة؛ على ٩٩,٨ % من الكتلة الكلية للنظام الشمسى كله. وحولها يدور ثمانية كواكب، كل فى فلكه (= مداره) حول الشمس. وجاذبية الشمس هى التى تمسك الكواكب فى أماكنها. وإلى جانب هذا يأتى ذكر المليارات من الأجسام الأخرى التى تدور حولها، ومن بينها "كويكبات"(*) (**Asteroids**)، و"مذنبات"* (**Comets**)، وأقمار، وكويكبات قزمية.

الكواكب الأربعة الداخلية، أى الأقرب إلى الشمس، هى: عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ؛ تسمى "الكواكب الصخرية" (**Rocky planets**)، أو الكواكب الحجرية، وهى صغيرة نسبيا. وبعد هؤلاء نجد "الكواكب الغازية" (**gaseous planets**) الكبيرة الحجم، وهى: المشترى (**Jupiter**)، زحل (**Saturn**)، وأورانوس (**Uranus**)، ونبتون (**Neptune**). وفى المحيط الخارجى للكوكب نبتون نجد الكوكب القزم الغريب "بلوتو" (**Pluto**). وفى الماضى القريب اعتبره الفلكيون كوكبا (تاسعا)، ولكن منذ عهد قريب أعيد تصنيفه ككوكب قزم.

(*) تدور مليارات من الأجسام الفضائية الصغيرة فى مدار حول الشمس وتسمى "الكويكبات" (***Asteroids***). ومن هذه الكويكبات ما يدخل فى مجال جذب الأرض ويدور حولها فى شكل حزام يحيط بها. ومن هذه الكويكبات ما يسمى بالشهب، وهى الأجسام التى ما زالت تحتفظ بمكانها حول الأرض، ومنها ما يبدو وكأنه "مذنب" (***Comet***). والشهب والمذنبات أجسام مضيئة ترى فى السماء، وتختلف فى الشكل، فالمذنب يبدو وكأنه جسم له ذنب مضيء على شكل حرف الواو. ومن الشهب والمذنبات ما يصل إلى الأرض ويسقط على سطحها، وفى هذه الحالة يسمى "نيزك" (***meteorite***)، وهو الكويكب الذى لم يحترق بالكامل، وبعضها يزن بضعة كيلوجرامات، وآخرون لهم وزن ثقيل ويتسببون فى صناعة حفر فى الأرض نتيجة لارتطامهم بها. وتستخدم هذه الجسيمات لمعرفة المزيد عن خواص الأجرام السماوية وذلك عن طريق التحليل الكيميائى للتعرف على مكوناتها. وتوجد بعض النظريات العلمية التى تقول بأن بذور الحياة على الأرض قد حملت إليها – ربما– عن طريق هذه النيازك، فلقد أثبت التحليل الكيميائى وجود مركبات عنصر الكربون فيها، ووجد مركبات كيميائية كربونية من تلك التى تدخل فى تركيب، أو تلك التى يمكن تخليق المادة الحية منها– " المترجم".



صورة فريدة للكواكب القريبة من الشمس، أخذت بواسطة التليسكوب "لاسكو" (**LASCO – telescope**) الذى يحمله القمر الفضائى المخصص لدراسة الشمس المسمى "سوهو" (**SOHO**). ويرى فى الصورة شريحة مركبة داخل التليسكوب تحجب الشمس وضوءها القوى المنبعث منها، وبذلك يصنع كسوف صناعيا للشمس. ويمكننا مشاهدة عطارد، والزهرة، والمشترى، وزحل. ونستطيع أيضًا ملاحظة التجمع ألنجمى "الأخوات السبع" (**Pleiades**). ويمكن ملاحظة الكميات العظيمة من الغاز المنبعثة من قرص الشمس المختفى وراء القرص الحاجب. أما الخطوط الأفقية الظاهرة فى الصورة فهى ناتجة من الكاميرا الرقمية. (**ESA / NASA**).

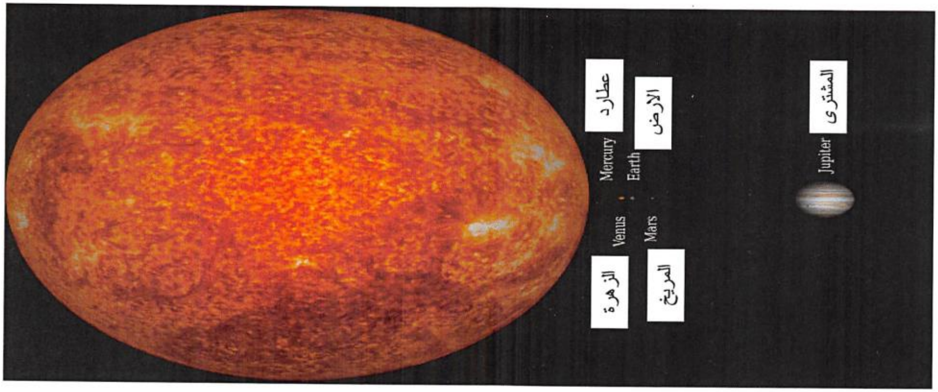


الشمس والكواكب بحجم نسبي صحيح، لكن المسافات بينهما ليست متناسبة مع الواقع. (***NASA***)

أحجام النظام الشمسي

لفهم وتصور الأحجام فى النظام الشمسى بأسلوب أفضل مبسط يمكننا أن نصنع "نموذجا" (***Model***) أصغر بمعامل ١: ***10,000,000,000*** (أى ١ إلى عشرة مليارات مرة أصغر). فيكون قطر الأرض فى هذا "النموذج" الجديد طوله ١,٣ مليمتر، تقريبًا كحجم الدبوس، ويدور القمر فى فلك يبعد تقريبًا ٤ سنتيمترات من الأرض. أما الشمس فستكون فى حجم فاكهة "الجريب فروت"، أو البرتقالة الكبيرة، ولو أمسك أحد الأفراد بالأرض، وآخر بالشمس؛ فيجب أن يقفا على بعد ١٥ مترًا من بعضهما البعض، تقريبًا كطول قطر حجرة دراسية كبيرة.

فى مثل هذا "النموذج" سيكون قطر المشترى (***Jupiter***) ١,٥ سم، ويبعد عن الشمس حوالى ٧٥ سم. أما كوكب "زحل" (***Saturn***) فسوف يبعد ١٥٠ مترًا، و"أورانوس" (***Uranus***) و"نبتون" (***Neptune***) على بعد ٣٠٠، و٤٥٠ مترًا على التوالى. أما أقرب نجم للشمس فيبعد حوالى ٤٤٠٠ كيلومتر، تقريبًا كما هو البعد بين مدينتى القاهرة وأوسلو.



تبين الأبعاد النسبية التقريبية بين بعض الكواكب والشمس لو وضعنا الشمس فى ميدان التحرير فى وسط القاهرة ويمثلها مبنى "المجمع" لكان "عطارد فى حى باب اللوق (على بعد ***1.1 km***) ولكانت "الزهرة" فى قصر عابدين "على بعد ٢,٢ كم)، ولكانت "الأرض" فى ميدان العتبة (على بعد ٣,١ كم)، ولكان "المريخ" فى "المهندسين" (على بعد ٥,٤ كم)

الكواكب الصخرية

الكواكب الداخلية، أى الأقرب للشمس؛ تشبه الأرض من حيث إنها تتكون أساسا من الصخور والمعادن (**Rocks**) ولها سطح جامد صلد، وتبعا لذلك فإن لها كثافة متوسطة نسبيا. كذلك فإنهم يلفون ببطء نسبى، وليس حولهم دوائر، ويدور حولهم القليل من الأقمار.

الأرض هى الأكبر بين الكواكب الصخرية، وهى الوحيدة التى يوجد بها مياه جارية فى صورتها السائلة. والزهرة (**Venus**) هو الكوكب الأقرب، والأكثر تشابها مع الأرض. ولقد اكتشف عليه مجرى نهر قديم، ويبرهن ذلك على أن الماء؛ كان يجرى على السطح فى فترة ما من مراحل تكوينه. وفى القطبين نجد ثلوجا أيضًا. ولقد أرسلت إليه كثير من الكبسولات الفضائية وبعض أجهزة الإنسان الآلى أو "روبوتات" (**Robotic rovers**)، والسيارات الأتوماتيكية للبحث بدقة عما إذا كانت عليه حياة، لربما تكون قد وجدت ذات مرة.

الصورة تبين الكواكب الصخرية الأقرب للشمس، والعلاقة بين أحجامها النسبية صحيحة، وتطابق الواقع (***T.Abrahamsen / ARS***).

صورة "بانورامية" (شاملة) أخذت لسطح المريخ من الكبسولة الفضائية "مارس روفر سبريت" (أو روح قرصان المريخ)، وهى كبسولة أطلقتها وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا".

كوكب الزهرة تلفه سحابة سميكة، ولكن بواسطة أجهزة خاصة يمكن أخذ صورة لسطحه من خلال السحابة الدخانية الكثيفة (**NASA**).

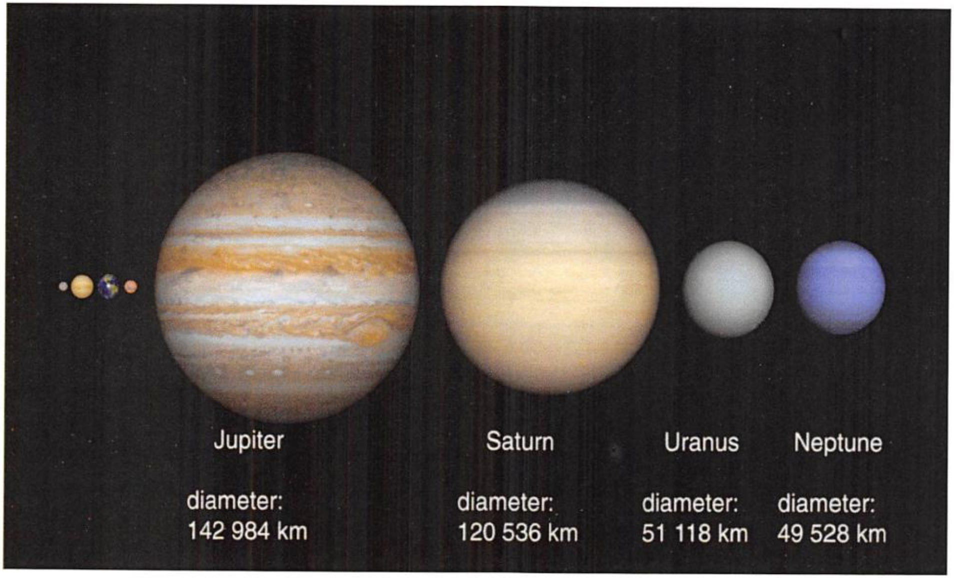
كوكب المريخ ذو اللون البني المائل للاحمرار والمنطقة القطبية الثلجية (**NASA**).

صورة لكوكب عطارد وحفره الكثير (**NASA**).

الكواكب الغازية

الكواكب الخارجية، أو الأبعد من الشمس؛ تسمى الكواكب الغازية؛ بالرغم من أنها بها سوائل وثلوج، وليس غازًا فحسب. وهى: المشترى، وزحل، وأورانوس، ونبتون. وهى تتكون فى معظمها من الهيدروجين، والهيليوم. ولها كثافة منخفضة كثيرا عن الكواكب الصخرية. والكوكبان أورانوس ونبتون يحتويان أيضًا على كميات من الماء المنضغط فى عمقه فى داخله. وهذه الكواكب تدور بسرعة أعلى من الكواكب الصخرية، ولها غلاف جوى سميك. وكوكب زحل معروف بحلقاته المميزة، وتوجد حلقات للكواكب الأخرى أيضًا.

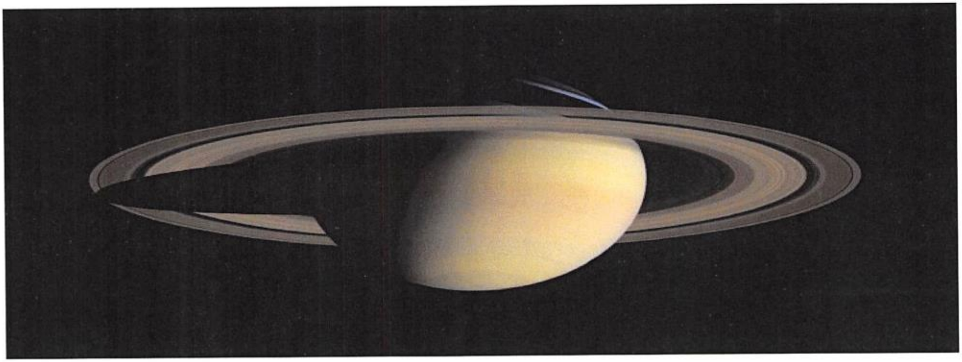
وتتميز الكواكب الغازية بوجود توابع عديدة لها من الأقمار، فالمشترى له ٦٣ قمرا، بينما زحل يتبعه ٣٤ قمرًا. وأحد أقمار زحل يسمى "تيتان" (***Titan***)، وهو قمر غريب الأطوار مغطى بطبقة سميكة من السحاب. وفى عام ٢٠٠٥ هبط المكوك الفضائى "هويجينز" (***Huygens***) على سطح القمر "تيتان"، والتقط أول صورة له، والتى بينت لنا كيف يبدو سطح "تيتان".



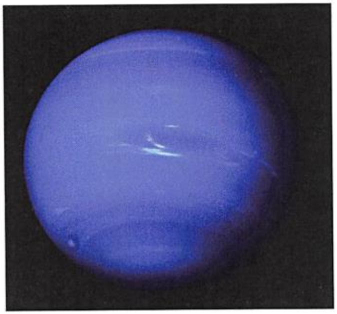
نبتون، القطر: ٤٩٥٢٨ كم، أورانوس، القطر: ٥١١١٨ كم،

زحل، القطر: ١٢٠٥٣٦ كم، المشترى، القطر: ١٤٢٩٨٤ كم

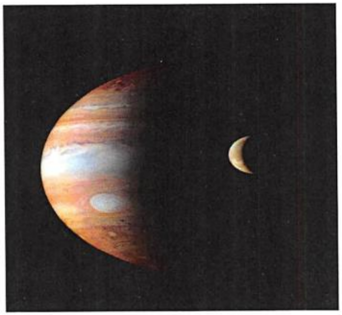
صــورة فيهـا الكواكـب الكبيـرة الغازيـة الأربعـة. وكلهـم أكبـر كثيـرا مـن الكواكـب الصخرية. ***(T.Abrahamsen, ARS, NASA)***



كوكب زحل وحلقاته المثيرة للدهشة. هذه الحلقات مكونة من المليارات من الكرات الثلجية التى تدور حول الكوكب فى أفلاك مختلفة (***NASA***).



الكوكب نبتون ولونه الأزرق المميز، لاحظ البقع الغامقة عليه (***NASA***).



كوكب المشترى مع أحد أقماره الثلاثة وستين المعروفة (***NASA***).

الشمس والأرض

فى استعمالنا اليومى نقول "شروق الشمس" (***Sun rises***)، و"غروب الشمس" (***Sun sets***)، لكن الحقيقة أن الشمس لا تتحرك لتغيب عنا، إنها الأرض هى التى تلف حول نفسها (حول محورها)، وتستغرق الأرض ٢٤ ساعة تقريبًا؛ لتدور حول محورها دورة كاملة، وبذلك ينشأ الليل والنهار. ودوران الأرض هو أيضًا السبب فى أن النجوم والكواكب تبدو وكأنها تتحرك فى سماء الليل.

على يسار الصفحة نجد صورة للشمس والأرض بجانبها مباشرة، فهل تجد صعوبة فى رؤية الأرض؟ بالطبع نعم، وذلك لأن الشمس فائقة الضخامة! بالنسبة للأرض. إننا نرى الأرض نقطة صغيرة زرقاء إلى اليمين من أسفل الصورة.

يبلغ قطر الأرض حوالى ١٣٠٠٠ كيلومتر، بينما يبلغ قطر الشمس ١,٤ مليون كيلومترًا تقريبًا. وهكذا فمن الممكن لنا أن نضع ١٠٩ مرة أرضية بجانب بعضهم على قرص الشمس.

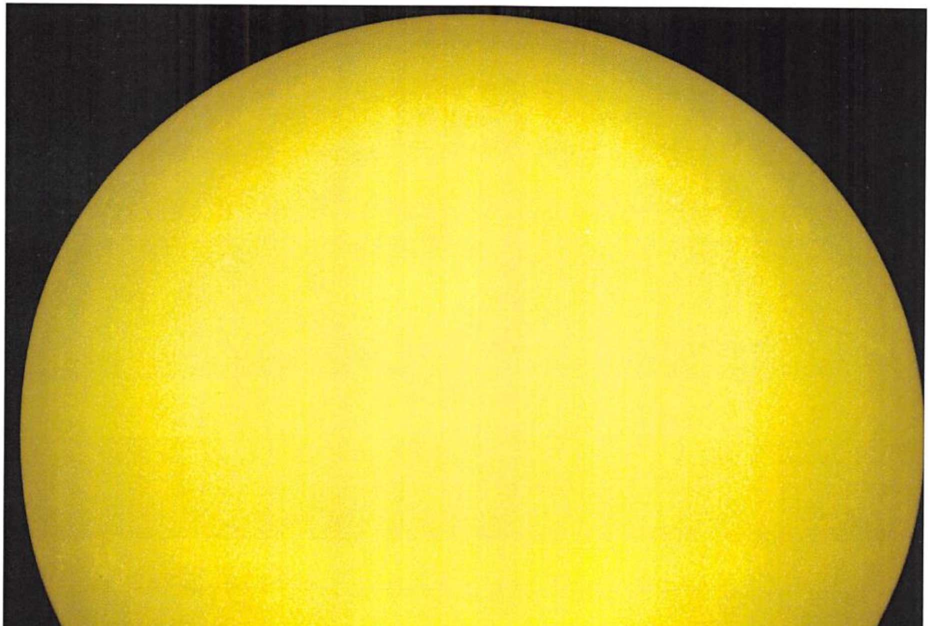
ولو افترضنا أننا نريد ملء داخل الشمس بكواكب فى حجم الأرض؛ فسوف نحتاج إلى ١,٣ مليون كوكب لذلك.

حقيقة علمية ١: طالما أن الشمس أثقل(*) من الأرض، بما يزيد عن ٣٠٠ ألف مرة؛ فإن ذلك يجعل للشمس قوة جذب مادى أكبر بكثير مما عليها فى الأرض. وعلى ذلك؛ لو تصورنا أننا أخذنا كرة تزن ٣٥ كجم على الأرض فسوف تزن على الشمس بما يزيد عن ١٠٠٠ كجم!

حقيقة علمية ٢: تدور الأرض حول الشمس بسرعة ١٠٨ ألف كم / ساعة، دون أن نقذف خارجها.

مشهد مثير للغروب، التقطت الصورة بواسطة ذراع من الكبسولة الفضائية (ربوت فضائى). وفى الجزء الأعلى نستطيع رؤية جزء من ذراع الربوت الفضائى الممتد من الكبسولة الفضائية. (ناسا)

(*) ثقل الجسم، أو وزنه، هو مقدار قوة الجاذبية الواقعة على ما يحتويه من مادة. وعلى الأرض فإن وزن الجسم يعادل فى القيمة كتلة الجسم؛ لأن الجاذبية الأرضية هى وحدها المؤثرة على الأجسام – " المترجم".

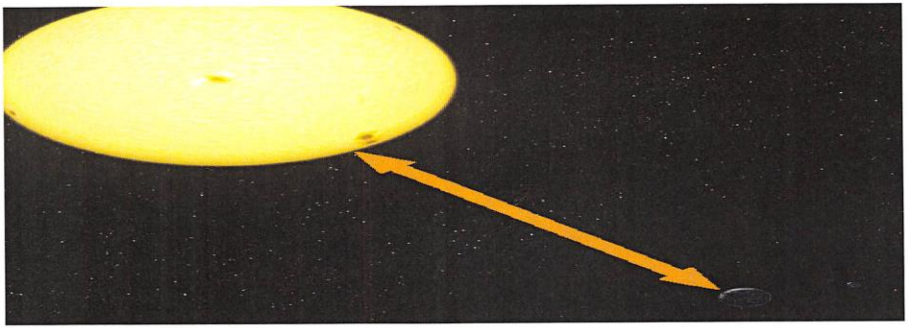


صورة للشمس وبجانبها الكرة الأرضية – للمقارنة – فى أسفل يمين الصورة (***ESA / NASA***)

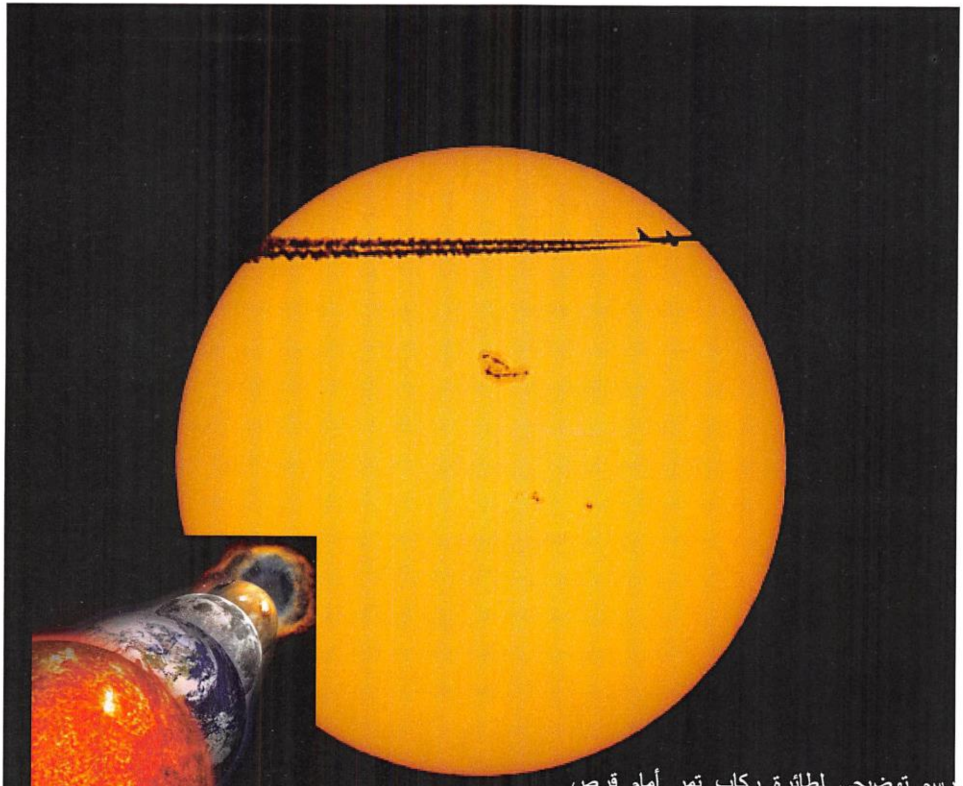
المسافة إلى الشمس

تبدو لنا الشمس صغيرة نسبيا، وذلك لأنها تقع بعيدا جدا عن الأرض. إنها تقع على بعد ١٥٠ مليون كيلومتر من الأرض، ويستغرق ضوءها ثمانية دقائق وعشرين ثانية فقط؛ للوصول إلى الأرض. ولو استطعنا أن نطير بطائرة ركاب عادية فى محاولة للوصول إلى الشمس؛ فسوف تستغرق الرحلة ١٧ عاما حتى نصل إليها. فكم يكون عمرك حينئذ عندما تصل إلى الشمس؟ وكم يكون عمرك عندما تقفل راجعا؟

حقيقة علمية: من الصعب أن لفة خيط مغزول طولها ١٥٠ مليون كم؛ سوف تزن ٦٠ مليون كجم (أو ٦٠ ألف طن). وهذا الوزن يقرب من وزن حمولة ٣٠ سفينة فضاء كاملة الحمولة! وسوف تُكوّن كرة ارتفاعها ٧٥ مترًا تقريبًا (حوالى ارتفاع مبنى وزارة الخارجية على كورنيش النيل بالقاهرة). مثل هذه اللفة بها خيط كافى لنسج سترة (سويتر أو بلوفر) لأكثر من ٢٠٠ مليون إنسان. ولو سرنا بسيارة سرعتها ١٠٠ كم/ ساعة فسوف تستغرق ١٧١ سنة للوصول إلى الشمس. ولو جرى حصان بسرعة ١٣ كم / ساعة فسوف تستغرق رحلته ١٣١٧ سنة. ولو سار إنسان بسرعة ٥ كم / ساعة لاستغرقت الرحلة إلى الشمس ٣٤٢٤ عامًا.



المسافة من الأرض إلى الشمس هى ١٥٠ مليون كم (***T.Abrahamsen/ ARS***)



رسم توضيحى لطائرة ركاب تمر أمام قرص الشمس، أعلى الصورة. ويمكن مشاهدة مناطق غامقة على قرص الشمس وتسمى البقع الشمسية. (***Jan Koeman***).

المسافة بين الشمس والكواكب قصيرة جدا بالمقارنة مع الأجرام السماوية المنتشرة فى الكون (***NASA***).

الكويكبات والمذنبات

توجد بين مدار كوكب المريخ ومدار كوكب زحل فى المجموعة الشمسية؛ منطقة يوجد فيها أعداد كبيرة من "الكويكبات"(*)، ويسمى "الحزام الكويكبى" (**Asteroids Belt**). والكويكبات أحجار غير منتظمة الشكل تدور فى مسار دائرى حول الشمس، بنفس أسلوب دوران الكواكب. والأكبر من هذه الكويكبات يصل قطره إلى بضع مئات من الكيلومترات. وفى مرات نادرة يخرج أحد الكويكبات (**Asteroids**) من مساره، ويترتب على ذلك احتمالية سقوطه على الأرض، والارتطام بها. ومثل هذا الاصطدام يمثل كارثة للمجتمع البشرى، ولهذا يقوم الفلكيون الآن بمراقبة الحزام الكويكبى باستمرار.

أما "المذنبات" (**Comets**) فتتكون من ماء متجمد، وصخور، وغبار، وغازات متجمدة، وهى تدور فى أفلاك بيضاوية حول الشمس. ودورة بعضهم تستغرق بضع سنين، بينما يستغرق آخرون مليون سنة ليكملوا دورة واحدة حول الشمس.

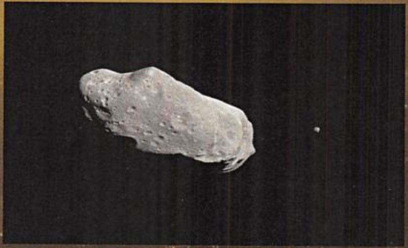
عندما يقترب المذنب من الشمس ترتفع درجة حرارته ويسخن لدرجة أن الماء والغازات المتجمدة تتبخر، وتكون مع الغبار والجزئيات المختلفة "هالة" (**Halo**) ضخمة حول المذنب. وتقوم أشعة الشمس بنفخ وإزاحة هذه الغازات وجزئيات الغبار بعيدا عن نواة المذنب، وبذلك يتكون للمذنب ذيل مميز.

يوجد أكثر من مليون كويكب من الكويكبات التى تدور حول الشمس، وتكون مع المذنبات جزءًا مهمًّا من النظام الشمسى (**NASA / JPL – Caltech**).

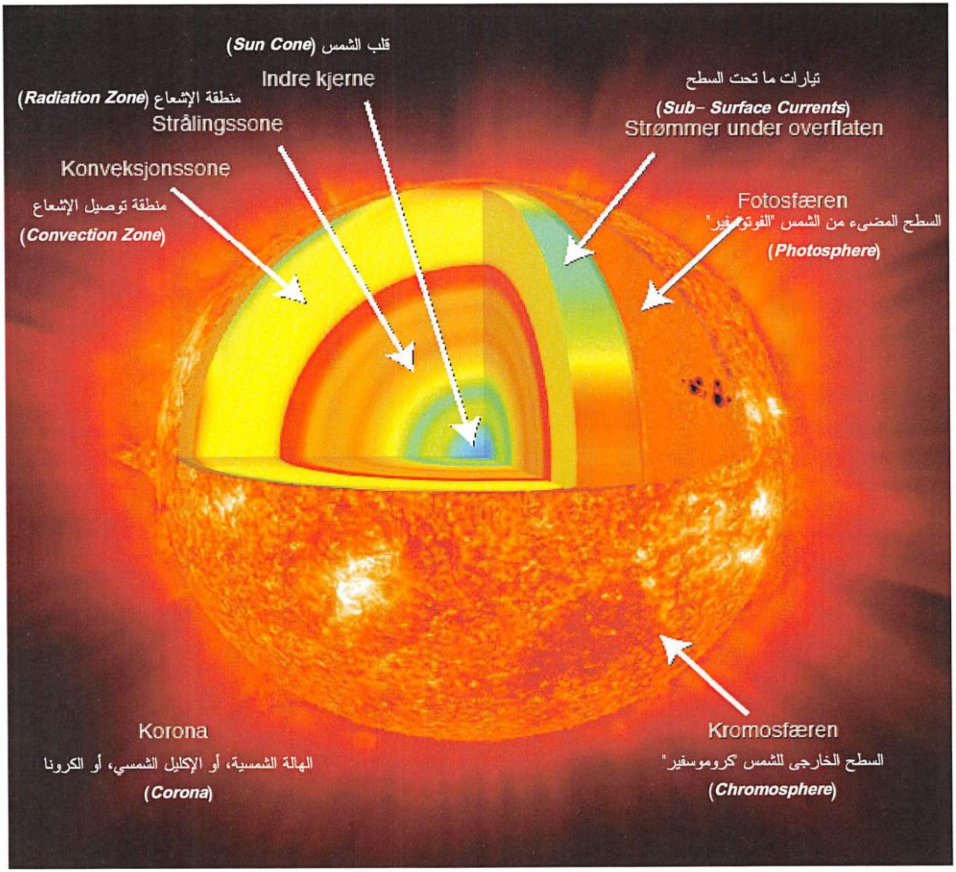
(*) "الكويكب" هو اسم عام لكل جسيم صغير يدور حول الشمس، ومن هذه الكويكبات ما يهرب من مجال جذب الشمس ويدخل فى مجال جذب الكرة الأرضية ويدور حولها وتسمى فى هذه الحالة الشهب؛ لأنها تظل فى السماء مضيئة قبل وصولها للأرض. ومن هذه الشهب من يحترق جزئيًا ويكون ذنبا على شكل الحرف " و" ويسمى فى هذه الحالة "مذنب" (*Comet*). أما النيزك فهو ما يصل إلى الأرض من هذه الكويكبات – " المترجم".

"المذنبات" تترك خلفها شريط، على شكل واو، من الغبار والجزئيات. وعندما تمر الأرض خلال هذا الشريط يسقط عليها العديد من "الشهب والنيازك" (***meteoroid & meteorite***) فى مجال الأرض، وهو ما يسمى بـــ "المطر الشهابي" (***meteor shower***)، أو "الوابل الشهابي". (***NASA / JPL – Caltech / P.Pyle***)

ذنب المذنب "بوب" (***Bopp***) صُوِّر فى ٨ أبريل ١٩٩٧. المذنب له مدار زمنه حوالي ٢٤٠٠ سنة. وتبين الصورة كلا من الغبار والغاز مكونا الذيل (***M.Druckmuller***).



الكويكب "إيدا" (***Ida***) ومعه قمره الصغير "داكتيل" (***Dactyl***) صُوِّر بواسطة المركبة الفضائية "جاليليو". ويعتبر "داكتيل" أول قمر كويكبي تم اكتشافه (***NASA***).



صورة توضيحية مقطعية تبين طبقات الشمس المختلفة (***S.Hill / ESA/ NASA***)

صورة الحجر الأزتكى

الشمس من الداخل وإلى الخارج

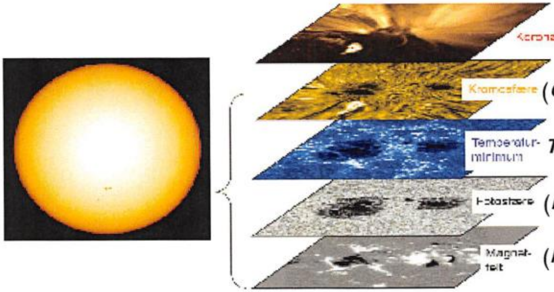
"حجر التقويم الأزتيكى" (***The Aztec Calender Stone***)، أو "حجر الشمس" (***Stone of the Sun***) (ويسمى بالإسبانية بيدرا دل سول ***Piedra del Sol***)، وهو عبارة عن حجر ضخم منحوت عليه، عثر عليه أثناء الحفر فى وسط مدينة المكسيك عام ١٧٩٠. وأصبح حجر الشمس يسمى "تقويم"، ولكنه فى الحقيقة يصف فهم وإدراك الحضارة الآزيتية للحياة فى الطور الخامس والأخير من الخلق الجديد للكون. وفى وسط الحجر صورة "إله الشمس" (تونانية ***Tonatiuh***) والشمس هى السبب فى إنبات الذرة، والذرة يعطى الحياة. وفى عقائدهم فمن الواجب التضحية لإله الشمس حتى يستمر فى تركها تسطع فى السماء ولا تتوقف (فتتوقف الحياة). ومن فم الاله يخرج ما يشبه اللسان، وقد ترجمت على أنها سكين تذبح به الضحية حسب معتقداتهم.

تـركيب الشمس البنائي

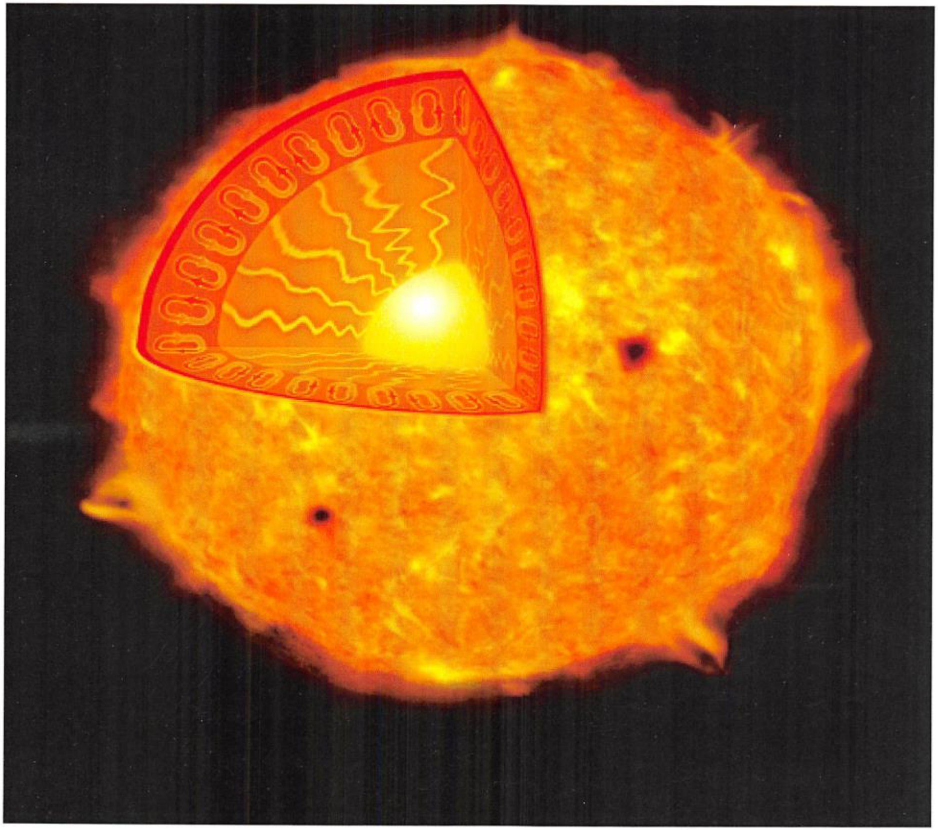
قلب الشمس عبارة عن كرة مضغوطة شديدة السخونة، وفيها تنتج الطاقة، ولها نصف قطر حوالى ١٧٥ ألف كيلومتر. وخارج هذا القلب، أو النواة، توجد طبقة حيث تُنقل خلالها الطاقة الضوئية، فى صورة "جزئيات ضوئية" (فوتونات) تتدفق إلى الخارج. ويسمى الفلكيون هذه المنطقة "منطقة الإشعاع الكهرومغناطيسى" (***Radiation Zone***). وخارج منطقة الإشعاع توجد "منطقة" أو "طبقة التوصيل" (***Convection Zone***)، وفى هذه الطبقة تتكون فقاقيع من الغاز الذرى الذى يصعد إلى السطح.

أما السطح المرئى، الذى يسمى "فوتوسفير" (***Photosphere***) فيبلغ سمكه ٤٠٠ كم فقط على وجه التقريب. ويغطى "الفوتوسفير" طبقة "الكروموسفير" (***Chromosphere***)، وتتكون هذه الطبقة من غاز رقيق يمتد حوالى ألفين من الكيلومترات خارج "الفوتوسفير". وتلف "الكروموسفير" طبقة تسمى "كرونا" (***Corona***)، وهى الطبقة الخارجية من الجو المحيط بالشمس.

حقيقة علمية: يعتقد كثير من الباحثين أن الشمس آخذة فى الانكماش، ويتناقص قطرها بحوالى ١٥٠ كيلومترًا فى السنة، أو حوالى ٣٠ سم كل ساعة. وحيث إن قطر الشمس ١,٤ مليون كيلومترًا فإننا لا نلاحظ هذا الانكماش.



باستخدام مرشحات ضوئية (***Optical Filters***) مختلفة يجهز بها التليسكوب، يمكننا رؤية وتسجيل هذه الطبقات (المبينة بالشكل) فى طقس الشمس (***Solar atmosphere***). (***NAOJ / ITA***)



صورة توضح قلب الشمس (أو النواة)، ومنطقة الإشعاع، ومنطقة الحمل (أو التوصيل)
(*NASA/ CXC/ M.Weiss*)

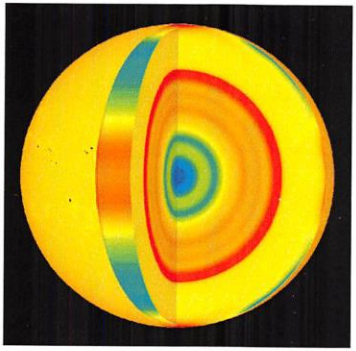
تتكون الشمس أساسا من الغازات (***Gass***)، والغازان الغالبان على تكوينها هما: الهيدروجين والهيليوم، وتدور هذه الكرة الغازية الحارة جدا حول محورها، تماما كما تفعل الأرض. لكن الظاهرة العجيبة هى أن سرعة دوران الطبقات المختلفة ليست متساوية فى المناطق المختلفة فى الشمس. إن هذا الكلام يبدو غريبا، لكن فى الواقع؛ فإن هذه الطبقات المختلفة تتحرك بسرعات مختلفة بالنسبة لبعضها البعض. فالغازات الموجودة عند خط المنتصف، أو خط الاستواء الشمسى، تلف بسرعة أكبر عن طبقات الغاز الموجودة عند القطبين. وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة "الدوران التفاضلى" (***Differential Rotation***)، أو الدوران المتباين. وتأخذ دورة دوران الغاز عند خط الاستواء حوالى ٢٥ يومًا ليدور دورة كاملة حول محور الشمس، بينما تستغرق دورة دوران الغاز عند الأقطاب حوالى ٣٥ يومًا. وفى المتوسط فإن الشمس كلها تدور حول محورها دورة واحدة فى ٢٧ يوم.

الشيء العجيب أن طبقة الداخل الشمسي؛ تبدو وكأنها تلف فى زمن دوران ثابت، وأن زمن اللفة فى طبقة التوصيل (أو طبقة الحمل)؛ هو الذى يتباين. وفى قاع طبقة التوصيل، سوف نجد طبقتين من الغاز لهما زمن دوران مختلف، تلامس إحداهما الأخرى. وعند نقاط التلامس يحدث الاحتكاك، ويعتقد الباحثون أن المجال المغناطيسى الشمسى يتولد نتيجة لهذا الاحتكاك.

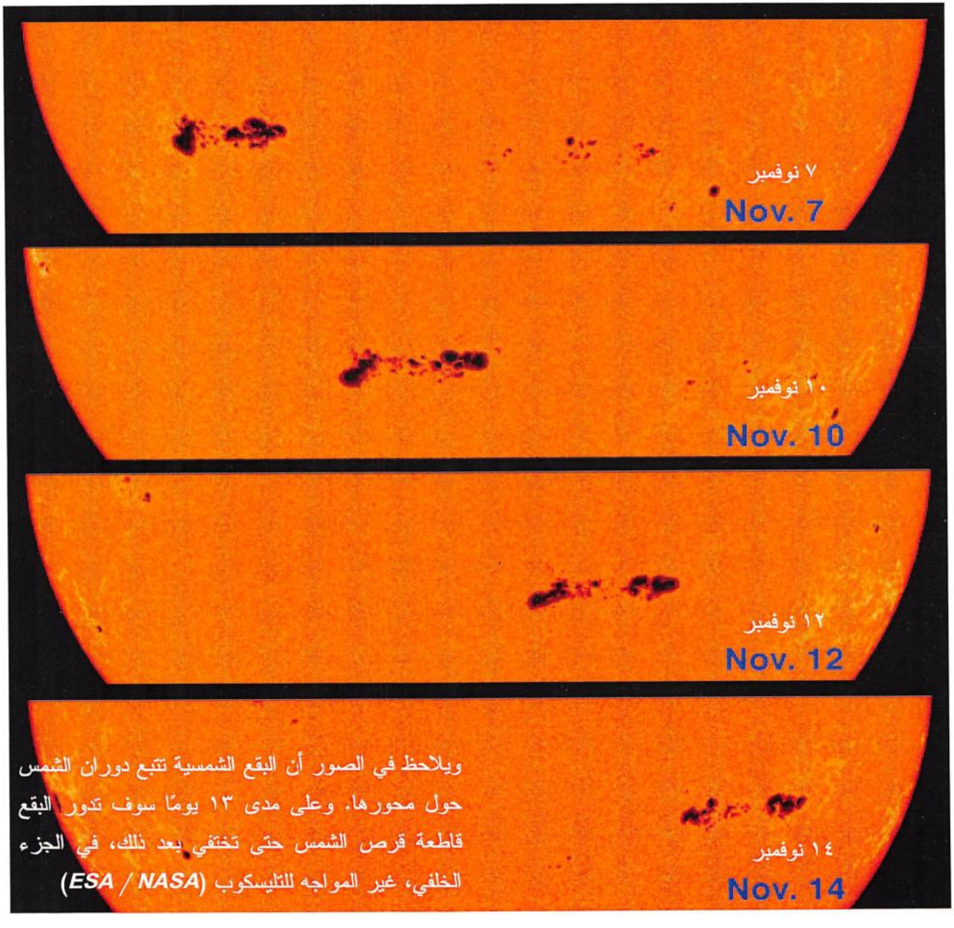
كان جاليليو هو أول من اكتشف ظاهرة ودوران الشمسى حول محوها، ثم سجل ملاحظته عنها، والمعروف أن "جاليليو" درس الشمس بواسطة تليسكوبه عام ١٦١٠ ميلادية. رأى أن البقع الشمسية تتحرك من مكان إلى مكان من يوم لآخر، وتتجه من الشرق إلى الغرب، واستنتج من ذلك أن الشمس تدور وتلف حول محورها.

ويمكنك أن تدرس دوران الشمس بنفسك، ويتم ذلك عن طريق مراقبة البقع الشمسية وحركتها على قرص الشمس. ويمكنك فعل هذا إما عن طريق استعمال تليسكوب (انظر صفحة ١٣٨). أو عن طريق متابعة الشمس عبر الإنترنت على موقع القمر الصناعى "سوهو" (***Soho***) لمدة زمنية تصل إلى عدة أيام. والواصلة هى: (***http://soho.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html***)

تبين الصورة أن طبقات الشمس الغازية الواقعة عند خط الاستواء تلف بسرعة أعلى منها فى الطبقات عند الأقطاب (***T. Abrahamsen/ ARS***)



مقطع خلال الشمس يبين الطبقة الصفراء الخارجية تدور بسرعات مختلفة، بينما فى داخل الجزء الأحمر يدور وكأنه كتلة واحدة متماسكة. (***SOHO/ESA/ NASA***)



ويلاحظ في الصور أن البقع الشمسية تتبع دوران الشمس حول محورها. وعلى مدى ١٣ يومًا سوف تدور البقع قاطعة قرص الشمس حتى تختفي بعد ذلك، في الجزء الخلفي، غير المواجه للتليسكوب (***ESA / NASA***)

قلب الشمس

فى قلب الشمس، أو فى مركزها، فإن "الحالة" شديدة القسوة، فالمنطقة فى القلب عبارة عن مفاعل ذرى. درجة الحرارة أعلى من ١٥ مليون درجة مئوية، والضغط(*) شديد العلو، ويتسبب هذا الضغط العالى فى تصادم الذرات بعضها ببعض بسرعة فائقة عظيمة طوال الوقت.

نتيجة لهذا التصادم فإن بعض ذرات الهيدروجين(**) تنصهر معا، مكونة جسيمات ضوئية فائقة الصغر، ويسميها الفيزيائيون "أشعة جاما" (***Gamma Rays***). وهذه الطاقة هى التى تحفظ للشمس قدرتها على الاستمرار فى الإشعاع. وأثناء عملية اندماج ذرات الهيدروجين تتولد جسيمات خفيفة جدا؛ يسميها الفيزيائيون "النيترونو" (***Neutrino***).

فى كل ثانية يتحول حوالى ٧٠٠ مليون طن هيدروجين إلى هيليوم، وحوالى أكثر قليلا من ٤ مليون طن من المادة يتحول إلى إشعاع غنى بالطاقة فى صورة أشعة جاما، وجسيمات النيترينو. والسؤال: هل سيستهلك كل هيدروجين الشمس وينتهى ذات يوم؟ بالطبع نعم، ولكن لحسن الحظ فإن بالشمس كميات من الهيدروجين كافية لاستمرار الاحتراق والإشعاع لخمسة مليارات سنة إضافية قادمة.

<u>**حقيقة علمية ١:**</u> الطاقة المنتجة من الشمس عظيمة المقدار، وتتلقى الأرض منها فى صورة ضوء ٣,٨٦ × ١٠ أس ٢٦ (أى الرقم ١٠ مضروبا فى نفسه ٢٦ مرة) وات(***)، أو ٣٨٦ مليار مليار

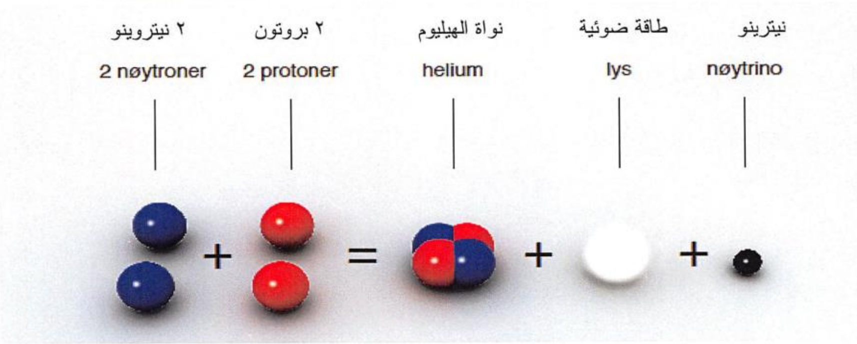
(*) الضغط ناتج عن وجود قوى جذب تجذب أجزاء المادة الغازية إلى مركز الشمس – " المترجم".

(**) يقال: إن مادة الشمس من الهيدروجين، وذلك للتبسيط. أما الحقيقة فإن مادة الشمس من الغازات المتأينة (وهى الحالة الرابعة التى توجد فيها المادة ويسميها الفيزيائيون البلازما)، أى من نويات الهيدروجين ونويات الهيليوم، وذلك نتيجة للحرارة العالية. والمعروف أن ذرة عنصر الهيدروجين على الأرض تحتوى على نواة فيها برتون واحد ويدور حوله إلكترون، هذا الأخير يختفى فى جسم الشمس. ونواة الهيليوم الأرضى مكونة من ٢ بروتون، و ٢ نيوترون. والمعروف أن وزن البرتون يساوى وزن النيوترون، إلا أن البرتون يحمل شحنة موجبة، أما النيوترون فشحنته صفر – " المترجم".

(***) النيترينو جسيم خفيف جدا ولا وزن له تقريبا، وكذلك لا شحنة له، لذلك فنحن لا نحس به وحتى الآن لا نعلم عن خصائصه شيئا – " المترجم".

"ميجاوات"(****). والطاقة التى تشعها الشمس وتسقط على الأرض فى كل عام تزيد عن ١٥ ألف مرة على احتياجات العالم من الطاقة. أو بأسلوب آخر نستطيع القول بأن العالم كله يستطيع الاعتماد على الطاقة الشمسية لو تمكنا من جمعها وتخزينها.

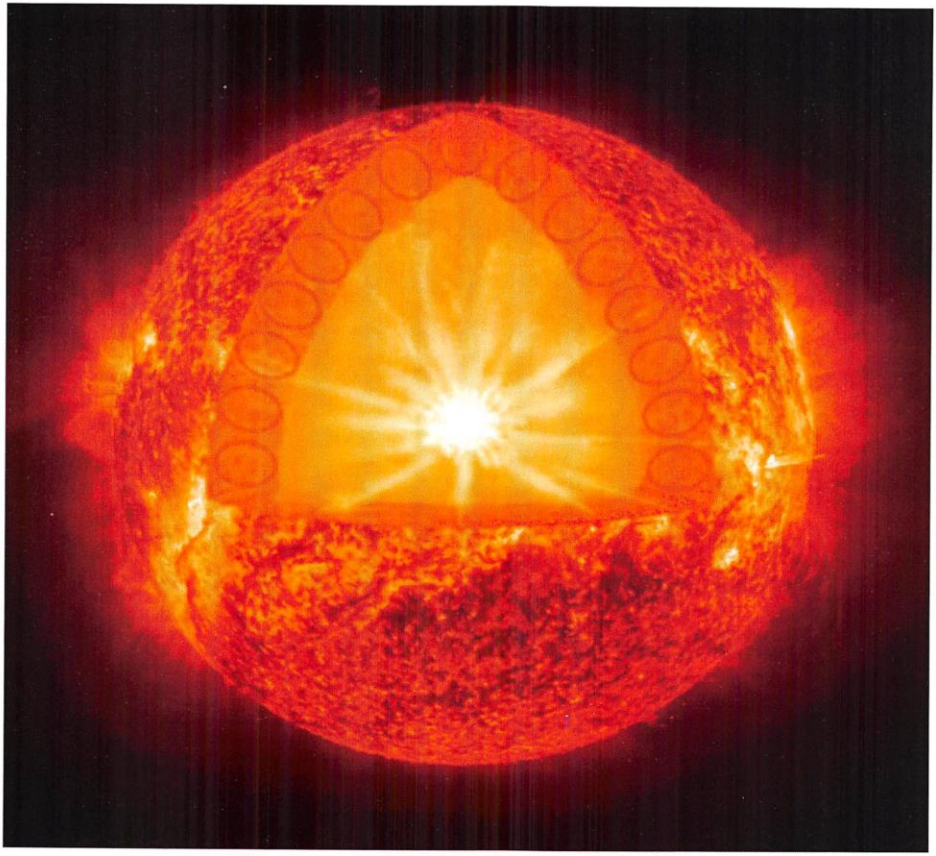
<u>حقيقة علمية ٢:</u> الغاز فى قلب الشمس مضغوط بشدة، وتصل كثافته أكثر من ١٥٠ مرة كثافة الماء(*****). وهذا يعنى أن لترًا واحدًا من هذه المادة الشمسية سوف تزن ١٥٠ كيلو جرام، لو فرضنا إمكانية الحصول عليها ووزنها. أما فى الطبقات الخارجية من الشمس فكثافة المادة فيها أقل كثيرا من كثافة الماء، وهكذا فإن الكثافة المتوسطة للشمس كلها تقترب من قيمة كثافة اللبن الزبادى.



رسم مبسط لتوضيح عملية تحول الهيدروجين (فى قلب الشمس) إلى هيليوم، ومن هذه العملية ينتج الضوء وجسيمات النيترينو. (***T.Abrahamsen / ARS***)

(****) "ميجا" تعنى مليون، والوات هو وحدة قياس الطاقة – " المترجم".

(*****) تقدر كثافة المادة بقسمة الكتلة على الحجم، بمعنى أن الكثافة لأى مادة تساوى وزن وحدة الحجوم (جم/سم٣)، وهى قيمة تصف درجة تقارب جزئيات المادة من بعضها. وكثافة الماء تساوى واحد؛ أى إن وزن السنتيمتر المكعب من الماء يساوى جرامًا واحدًا. وكثافة اللبن الزبادى تزيد عن كثافة الماء بقليل – " المترجم".



صورة توضيحية للشمس وطبقاتها الداخلية والخارجية (***NASA***)

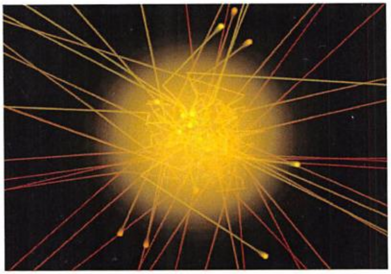
طريق الضوء إلى خارج الشمس

فى الطريق إلى سطح الشمس تتصادم "الجسيمات الضوئية" (الفوتونات) مع ذرات الغاز طوال الوقت. ونتيجة لذلك تغير اتجاهها مثل الكرة فى لعبة "الكرة والدبابيس"* (***Pinball Game***)، وبهذه الطريقة تتحرك الفوتونات فى خطوط متعرجة فى "حركة زجزاجية" (***Zigzag motion***) داخل الشمس فى المنطقة الإشعاعية، وهى المنطقة التى تمتد لتكون حوالى ثلثى حجم الشمس، قبل الخروج منها. وفى خارج منطقة الإشعاع تُحمل الطاقة المتولدة إلى سطح الشمس بمساعدة تيارات من الغاز الساخن، الذى يكون فقاقيع حرارية تشبه الفقاقيع المتكونة فى حساء موضوع فى إناء به سائل يغلى.

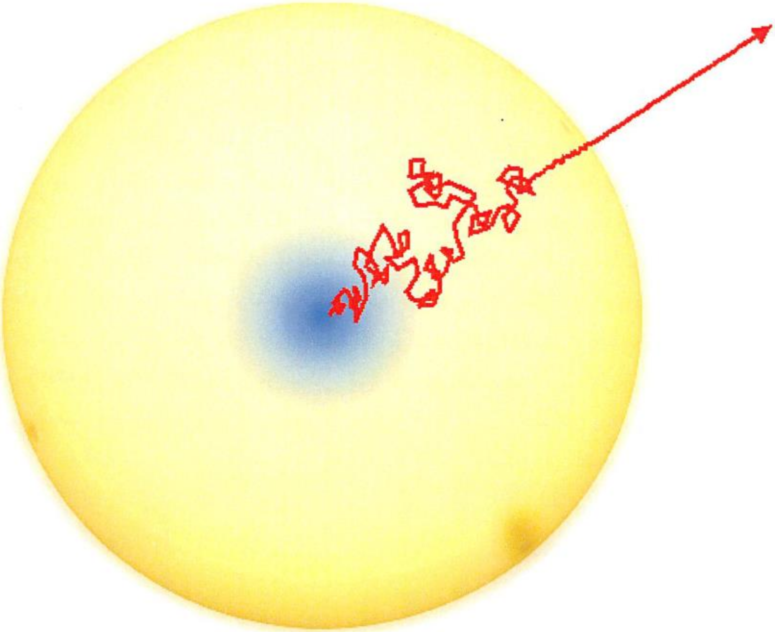
تستغرق "الفوتونات" المُحملة بالطاقة ٢٠٠ ألف سنة لتصل إلى سطح الشمس، وهناك على السطح تنطلق بحرية لأول مرة فى الفضاء المحيط. وبعد ثمان دقائق وعشرين ثانية يصل الضوء إلى الأرض حيث تتلقاه الأرض ومن عليها، ونشعر نحن بالحرارة فى أجسامنا. ومن الطريف والمدهش حقا أن نعلم أن الضوء الذى نحس به الآن هو "قديم" جدا، قد تولد من قبل مئات عديدة من السنين، عندما كان "إنسان نيندرثال" (***Neanderthals***) ينتقل من مكان إلى آخر فى الغابات على الأرض.

أما بالنسبة لجسيمات النيترينو، فعلى العكس؛ فهى تفارق الشمس بسهولة مباشرة بعد تكونها، حيث لا يعوقها ولا يوقفها شيء، هذه الجسيمات تخترق الأرض أيضًا ومن الصعب جدا قياسها.

<u>حقيقة علمية:</u> فى كل ثانية يخترق ٣٠ مليار "نيترينو" أحد أظافر يديك!



تبين الصورة جزئيات الضوء المتكونة فى قلب الشمس، وهى دائما ما تتصادم مع الذرات قبل أن تتحرر من الشمس (***Francois Colonna***).



رسم توضيحي يبين مسيرة جزئيات الضوء المتعرجة (الزجزاجية) داخل الشمس، وقد ولدت وتكونت من ٢٠٠٠٠٠ سنة، قبل أن تصل إلى "طبقة الحمل" (***Convection Layer***) (***T.Abraham sen/ ARS***)

سطح الشمس- طبقة "الفوتوسفير"

معظم الطاقة المتولدة فى الشمس تُشع من الطبقة السطحية، وهى التى يسميها علماء الفيزياء الفلكية "طبقة الفوتوسفير" (***Photosphere Layer***). وهذا الجزء من الشمس هو الذى نراه بالعين المجردة من الأرض (انظر الصورة فى الصفحة التالية).

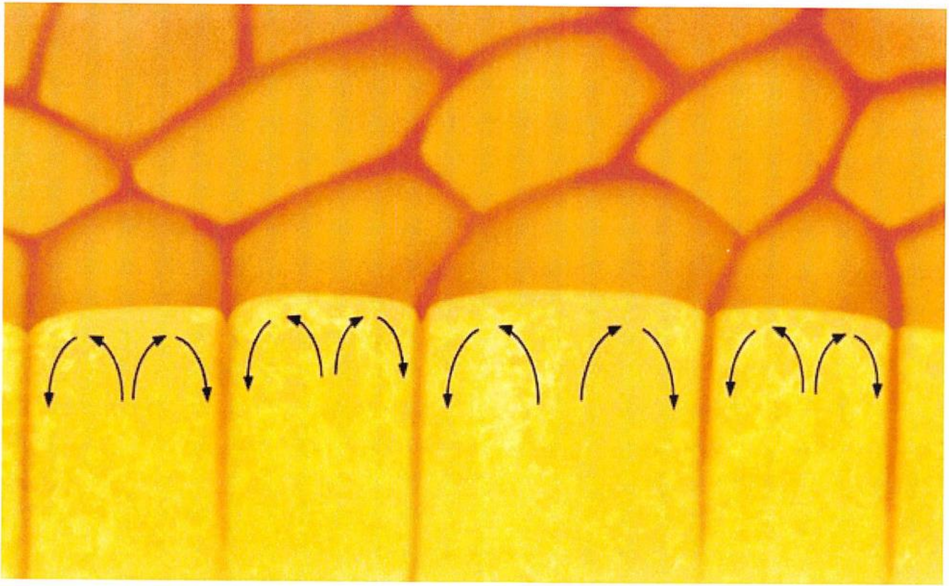
طبقة الفوتوسفير ليست ثابتة السطح. إنها طبقة غازية، وتعتبر فى الحقيقة جزءًا من "الغلاف الجوى الشمسى" (***Sun`s Atmosphere***)، ولكن رغما عن ذلك؛ فإن العلماء يسمون هذه الطبقة بالطبقة السطحية للشمس.

ويبلغ سمك طبقة الفوتوسفير ٤٠٠ كيلومتر، ولها درجة حرارة قدرها ٥٥٠٠ درجة مئوية، وتتخذ هذه الطبقة "الشكل الخلوى"، أى المكون من خلايا (***Cell– like Pattern***). وتسمى أيضًا الطبقة "الحُبيبية" (***Granulation***). ويوضح هذا التركيب الحبيبى كيف يتم تكون فقاقيع الغاز الساخن فى داخل الشمس؛ ثم صعودها للسطح حيث تبرد الفقاعة الغازية وتنخفض ثانية إلى الداخل. ويبدو ذلك فى الصورة الأجزاء الضيقة المظلمة، أو الأقل إضاءة. وتشبه هذه العملية إلى حد كبير تكون فقاقيع الهواء المتكونة أثناء غليان وعاء حساء (شوربة)، هذه الطبقة الحبيبية يبلغ سمكها حوالى ١٠٠٠ كيلومتر، ولها دورة حياتية تقدر بحوالى ثمانية دقائق.

فى السنوات الأخيرة اكتشف الباحثون أن طبقة "الفوتوسفير" تتموج صعودا وهبوطا – كما تبين الأسهم فى الصورة أدناه– فى حدود ١٥ كيلومترًا ولفترات مختلفة. واليوم نعلم أن هذا التموج يرجع إلى نشوء "موجات صوتية"(*) (***Sound Waves***) متولدة داخل الشمس، وتنعكس على السطح الداخلى لسطح الشمس عائدة إلى داخلها قبل صعودها مرة أخرى.

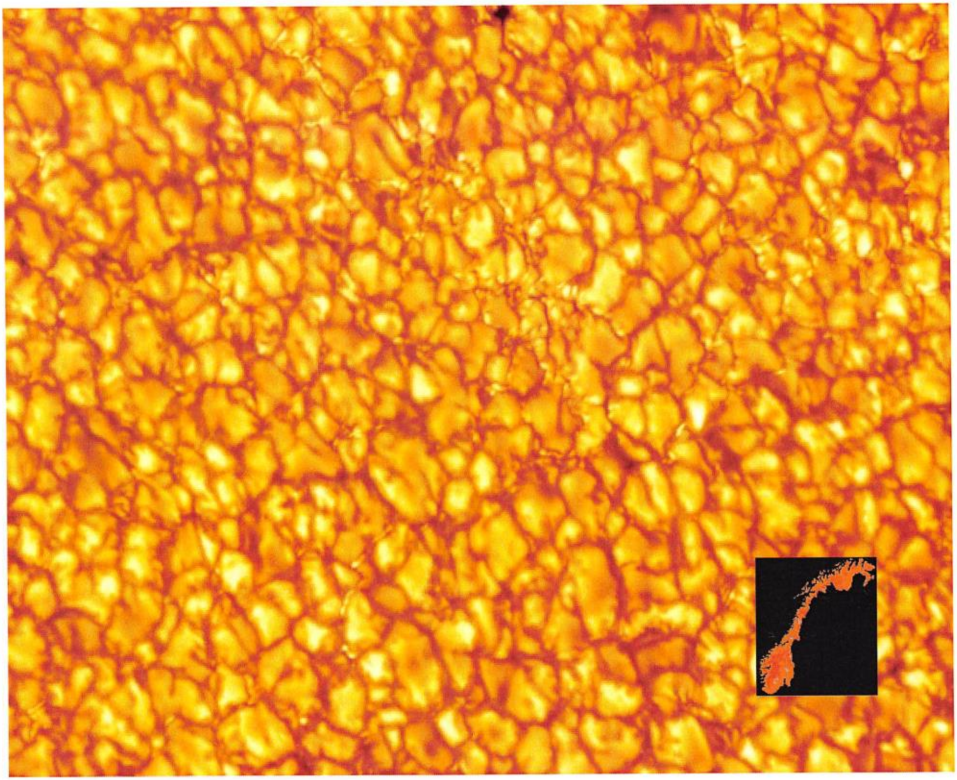
(*) المعروف فى الفيزياء أن الصوت ينتقل عن طريق موجات صوتية، وهى موجات لها طاقة ضئيلة جدا إذا ما قورنت بطاقة الضوء. والموجات الصوتية ككل الموجات ذات الطاقة الضعيفة ترددها صغير ولها طول موجى كبير – " المترجم".

<u>حقيقة علمية:</u> مساحة صغيرة على سطح الشمس، مثل مساحة طابع البريد؛ تضيء بقوة ١٥٠ ألف شمعة عادية مصنوعة من مادة "الستيارين"[*] (***Stearin***).



الصورة توضح "الغازات الساخنة" التى ترتفع فى مركز الطبقة الحبيبية" (***Granulation***)، وتبرد عندما تسبح فى المنطقة الغامقة الضيقة - التى تمثل الحدود بين الخلايا - حيث يعود الغاز مرة أخرى للداخل (***NASA***).

(*) مادة "السيتارين"، أو المادة التى تصنع منها الشموع، هى مادة تستخلص من دهون الحيوانات والنباتات، وتحوى أحماضًا دهنية (دهون)، أهمها حمض "الستيارين" (***Stearic Acid***)- " المترجم".



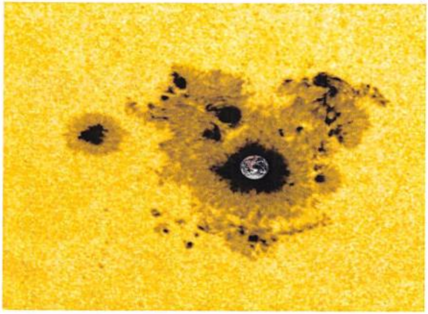
يتكون سطح الشمس من شكل خلوى فقاعى يسمى "الحبيبات" (***Granulations***)، ويتكون مما يشبه الخلايا، وكل خلية يبلغ قطرها حوالى ١٠٠٠ كيلومتر، وتوجد خلايا يبلغ قطرها ١٨٠٠ كيلومتر (ضعف طول مصر تقريبًا)، وفى الصورة تظهر النرويج بمقياس رسم حجم الخلايا. (***Hinode/ NAOJ***).

البقع الشمسية

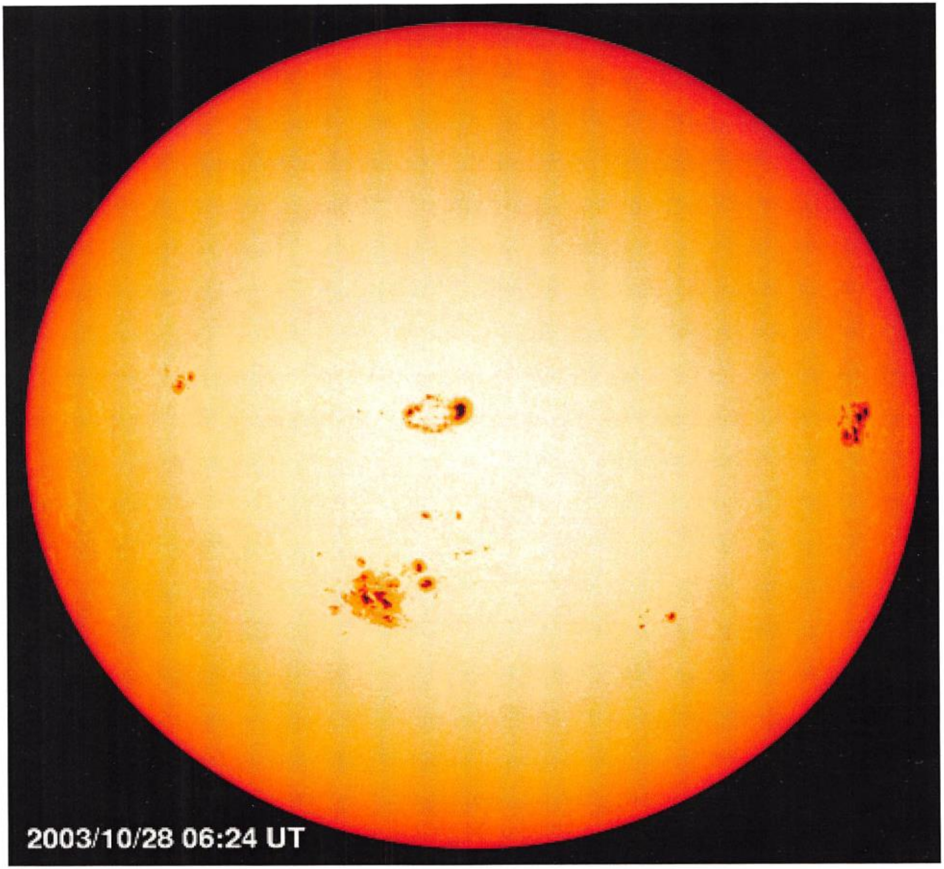
"البقع الشمسية" (***Sun Spots***) ظاهرة يمكن رصدها على سطح الشمس، وهى من أوضح الظواهر الطبيعية. إنها تبدو كـــ بقع صغيرة، وتسمى "نمش" (***Blemishes***)، ومساحات مظلمة على سطح الشمس. تتولد هذه البقع الشمسية عندما يخرج "مجال مغناطيسى" (***Magnetic Feild***) قوى إلى السطح، فيمنع بعض تيارات الطاقة المنبعثة من الخروج خارج الشمس، وبهذه الطريقة تبرد تلك المساحات، ولا تشع ضوءًا بدرجة كبيرة، بذلك تبدو مظلمة. وتبلغ قوة المجال المغناطيسى فى البقع الشمسية ١٠٠٠٠ مرة (عشرة آلاف) قدر مجال الأرض المغناطيسى.

البقع الشمسية ليست مظلمة تماما كما تبدو للمشاهد، فدرجة الحرارة فيها يمكن أن تصل إلى درجة أقل ١٥٠٠ درجة مئوية من درجة حرارة طبقة "الفوتوسفير" المنتشرة حول البقعة. هذا الفرق فى درجتى الحرارة هو الذى يجعل البقعة تبدو مظلمة. ولو تصورنا أننا استطعنا وضع "بقعة شمسية" فى السماء ليلا، لرأينا أن درجة إضاءتها تفوق إضاءة القمر.

فى بعض الأحيان تصبح البقع الشمسية عظيمة ضخمة، فيبلغ قطرها ٥٠٠٠٠ (خمسون ألف) كيلومتر، ومثل هذه المساحة يمكنها استيعاب العديد من الأجسام بحجم الكرة الأرضية. ويمكننا رؤية البقع الشمسية الكبيرة بالعين المجردة وذلك عندما تكون الشمس منخفضة فى الأفق وضعيفة الإضاءة غائمة، لكن تذكر أن تلبس نظارة خاصة تحمى النظر حيث إن النظر مباشرة لقرص الشمس يمكن أن يؤذى العين.



صورة عن قرب لبقعة شمسية رصدت بالقمر الصناعى "تراس" (***TRACE***)، ويبدو أن هناك متسعا للكرة الأرضية داخل البقعة (***TRACE / Lockheed***)



الصورة تبين عددًا كبيرًا من البقع الشمسية التى لوحظت فى نهاية أكتوبر عام ٢٠٠٣ (***ESA / NASA***).

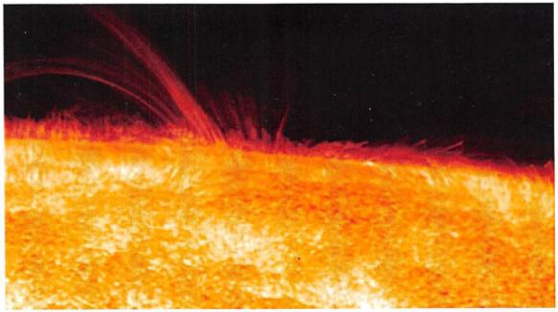
الغلاف الجوى الشمسى – طبقة "الكروموسفير"

فوق طبقة الفوتوسفير تقع طبقة الغلاف الجوى المحيط بالشمس، أو "الغلاف الجوى الشمسى"، وتسمى "الكروموسفير" (***Chromospere***). هذه الطبقة لها لون وردى وهى عبارة عن طبقة غازية، ويمكن رؤيتها أثناء الكسوف الكلى للشمس فقط، أو باستخدام تليسكوب خاص من الفضاء. والكروموسفير تعنى "الكرة الملونة" (***Coloured Sphere***).

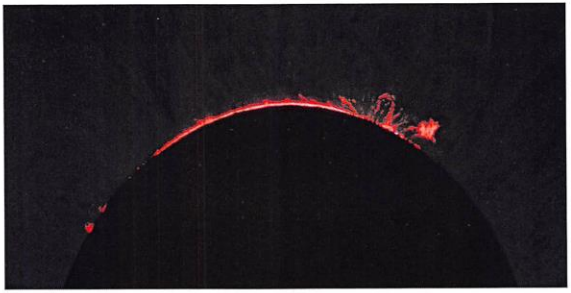
وتمتد طبقة "الكروموسفير" ٣٠٠٠ كيلو متر خارجة من طبقة "الفوتوسفير". وفى الجزء الأدنى من طبقة الكروموسفير تستمر درجة الحرارة فى الانخفاض حتى تصل ٤٥٠٠ درجة مئوية تقريبًا. لكن، وبعد هذه المنطقة؛ تبدأ ظاهرة غريبة فى الحدوث، إذ تبدأ درجة الحرارة فى الارتفاع فجأة كلما اتجهنا إلى الخارج بعدا عن الشمس، وفى الطبقة الخارجية من "الغلاف الجوى الشمسى" تصل درجة الحرارة إلى ٣٠٠٠٠ درجة. وبصفة عامة فإن طبقة "الكروموسفير" ترسل إشعاعا من نوع "فوق البنفسجى" (***Ultraviolet Radiation***)، ولذلك لا يمكن دراستها بالتفصيل من على سطح الأرض(*).

وعند خارج طبقة "الكروموسفير" بالضبط، تعلو درجة الحرارة بدرجة كبيرة جدا عندما تأتى إلى "الغلاف الجوى الخارجى للشمس"، وهى المنطقة التى يسميها الفلكيون "الكرونا" (***The Corona***).

(*) سبب عدم القدرة على دراسة هذا النوع من الإشعاع من على سطح الأرض هو الغلاف الجوى الأرضي؛ لأنه يقوم بامتصاص أغلب هذه الأشعة فوق البنفسجية قبل أن تصل إلى سطح الأرض- " المترجم".

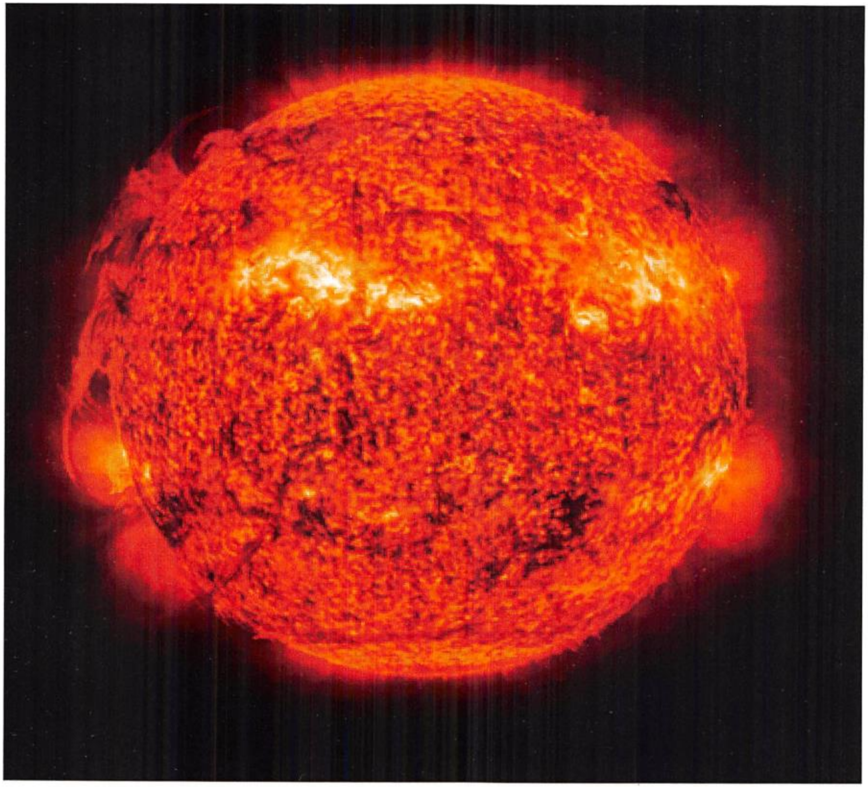


صورة تبين طبقة الكروموسفير، وهى فى الحقيقة بنيوية (***Structured***)، أو بأسلوب آخر لها تركيب خاص مشيد بدقة. وفى هذه الصورة يمكن مشاهدة الحلقات المغناطيسية التى تلف حافة الشمس (***Hinode / NAO***).



صورة تبين طبقة "الكروموسفير" أثناء الكسوف الكلى للشمس، وفيها نلاحظ نتوءًا يسمى "الشواظ الشمسى"(*) (***Flame- like Prominen***) منطلقا من سطح الشمس "الكرونا".

(*) الشواظ الشمسى عبارة عن لهب يقذف خارج الشمس – " المترجم".



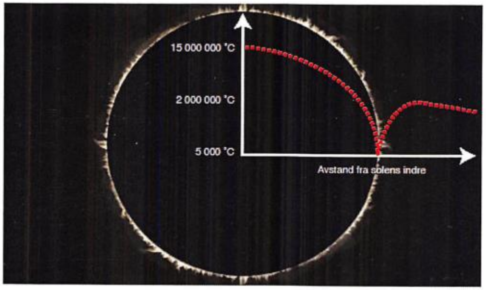
صورة لطبقة الكروموسفير أخذت بواسطة القمر الصناعى "سوهو (***SOHO***). الأجزاء المضيئة عبارة عن غازات ساخنة تقع فوق البقع الشمسية المظلمة والمتكونة فى طبقة الفوتوسفير. وخارج قرص الشمس نرى شواظ اللهب الممتدة على "الكرونا" (***ESA/ SOHO***).

الغلاف الجوى الخارجى للشمس – الكرونا

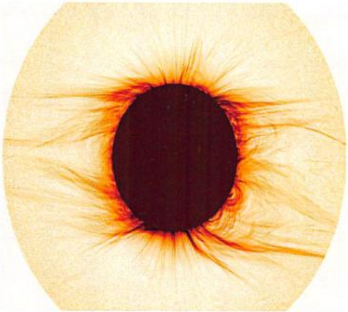
فوق طبقة "الفوتوسفير" تأتى طبقة "الكرونا" (***The Corona***) وهى الطبقة الخارجية من "الغلاف الجوى الشمسى"، وتتكون أساسا من غاز الهيدروجين. وتصل درجة حرارتها بين مليون ومليونين من الدرجات. وكثافة الطبقة صغيرة جدا، تصل إلى أقل من جزء من المليون لكثافة الهواء المحيط بالكرة الأرضية*. وإضاءة "الكرونا" ضعيفة جدا، لذا لا يمكننا مشاهدتها كل يوم بسبب الضوء القوى المنبعث من طبقة "الفوتوسفير". نستطيع رؤيتها فقط أثناء "الكسوف الكلى" (***total eclipse***) للشمس، ويحدث الكسوف الكلى عند وقوع القمر أمام قرص الشمس تماما، فيخفى الضوء القادم من طبقة "الفوتوسفير"؛ عندئذ نستطيع رؤية منظر "الكرونا" المهيب بالعين المجردة، ولا تنسى ارتداء النظارة الخاصة. وكذلك يمكن دراسة الكرونا بواسطة تليسكوب خاص مزود بحاجب يستطيع افتعال كسوف كلى صناعى للشمس.

طبقة "الكرونا" الساخنة هى إحدى ألغاز الشمس، فالطاقة التى تأتى من داخل الشمس تساق إلى الخارج، وبطريقة أو بأخرى تتحرك خلال كل من طبقة "الفوتوسفير"، وطبقة "الكرموسفير". وفى هذه الطبقات تكون درجة الحرارة أكثر انخفاضا عنها فى الكرونا. بأسلوب آخر يمكن القول: إن الطاقة الشمسية تستطيع تسخين "الكرونا" دون أن تسخن طبقة "الفوتوسفير".

هذه الظاهرة يمكن تصورها كالآتي: لو فرضنا أنك تجلس أمام مدفأة تلفحك الحرارة القادمة من اللهب، ولو بعدت قليلا عن المدفأة فسوف تحس بأن درجة الحرارة بدأت فى الانخفاض، ولكن لو انتقلت إلى الجانب الآخر من الحجرة، وهو أبعد من المدفأة، فسوف تحس أن الحرارة بدأت فجأة فى التزايد مرة أخرى، وسوف تعجب كيف أن اللهب يستطيع تسخين هواء هذا المكان البعيد نسبيا عنه دون تسخين الهواء البينى. إلى الآن لا أحد يعرف تفسيرا لهذه الظاهرة . لكن العلماء يعتقدون أن هذه الظاهرة مرتبطة – إلى حد ما – بالمجال المغناطيسى للشمس. وربما يكون ذلك راجعًا أيضًا إلى الموجات الصوتية الصادرة من الشمس. ولو كنت من محبي البحث العلمى فى خواص الشمس، فيمكنك أن تشارك فى حل لغز هذه الظاهرة.



فى الصورة يوضح الرسم البيانى أن درجة الحرارة تنخفض من ١٥ مليون درجة فى قلب الشمس بينما تصل إلى ٥٥٠٠ درجة فقط على السطح. بعدها تبدأ درجة الحرارة فى الارتفاع مرة أخرى فى الكرونا (***T.Abrahamsen / ARS***).



سجل لغز طبقة الكرونا الشمسية أثناء كسوف كلي للشمس فى ٢٦ فبراير عام ١٩٩٨. كل النتوءات والأقواس ترسم مجال الشمس المغناطيسي المتكون فى هذه الطبقة الغازية "الكرونا" (مرصد على ارتفاع عال فى الفضاء – ***High Altitute Observatory***)

طبقة الكرونا للشمس سجلت بواسطة أجهزة خاصة تحس بالأشعة فوق البنفسجية يحملها القمر الصناعى "سوهو" (***SOHO***) (***ESA / NASA***)

ألسنة اللهب والشواظ الشمسي

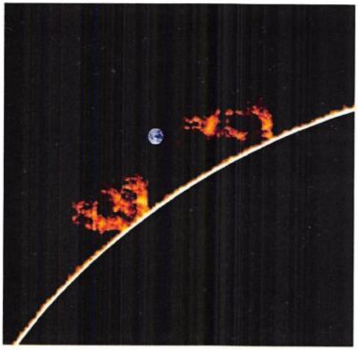
ألسنة اللهب والشواظ(*) (***Prominences***) الشمسى هى غازات ملتهبة نرصدها فى طبقة الكروموسفير، وتُحمل إلى خارج الكرونا الشمسية بواسطة مجال مغناطيسى قوى. ويُمنع الغاز من الانطلاق والانفصال تماما عن الشمس، ويبقى قريبا من الشمس لوقوعه تحت قوة جذب المجال المغناطيسى الشمسى، ويرى كأشكال مضيئة على حافة الشمس. لكن، وعند النظر إلى هذه "الأشكال" (***Structures***) ومن خلفها قرص الشمس، فسوف تبدو كخيوط رفيعة معتمة، وذلك لشدة الضوء الصادر من طبقة الفوتوسفير، وتسمى حينئذ "فتائل" (***Filaments***).

الهادئ من الشواظ الشمسية يتغير على فترات طويلة، ومن الممكن أن تظل ظاهرة للعيان عدة شهور، ويصل سمك بعضها حوالى ثمانية آلاف كيلومتر، وارتفاعها – أو طولها– حوالى خمسين ألف كيلومتر.

أما الشواظ الشمسية النشيطة فتحدث بالقرب من البقع الشمسية (***Sun Spots***)، وتتغير بسرعة، وأحيانا تفلت من جذب الشمس، وتقذف فى الفضاء بعيدا عنها. وعندما تقابل المجال المغناطيسى الأرضى، يتولد عنها إضاءة قوية فى الأفق تسمى "الأرورا"(**) (***aurora***)، أو الشفق القطبى، أو نور الشمال.

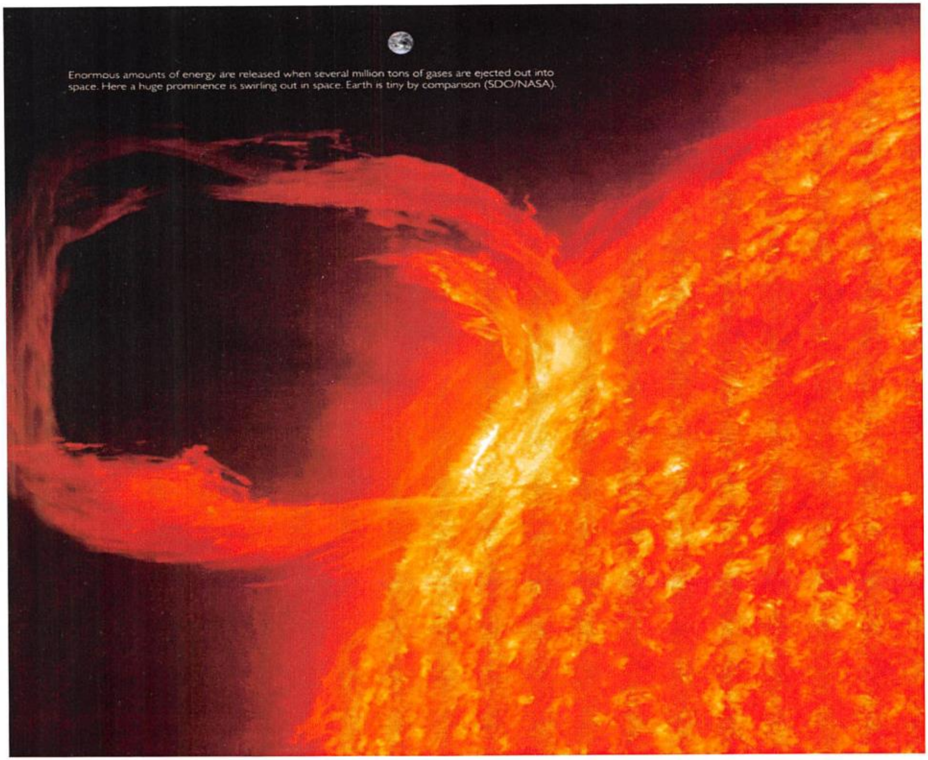
(*) فسرت لفظة الشواظ فى اللغة العربية بأنها "لهب النار الممتد"، وفسرت لفظة "اللهب" بأنها لسان النار (الخالى من الدخان). واخترنا فى الترجمة الجمع بينهما ليكتمل وصف ما يحدث فى الغلاف الجوى الشمسى بدقة، حيث تنطلق ألسنة نار ممتدة وشكلها كاللسان – " المترجم" .

(**) الشفق القطبى أو "الأرورا"، ظاهرة طبيعية تحدث فى القطبين، وهى عبارة عن نور يظهر بألوان متعددة فى المناطق القطبية للكرة الأرضية، وسوف يأتى الحديث عنه بشيء من التفصيل لاحقا – " المترجم".



صورة يظهر فيها الشواظ الشمسى المتعلق خارج القرص الشمسى فى الكرونا الساخنة. وأخذت الصورة بواسطة تليسكوب يستطيع إخفاء وحجب قرص الشمس ذى الإضاءة الشديدة (***M.Zinkova***)

صورة تبين الشواظ الشمسية وخلفها قرص الشمس شديد الإضاءة، ولذا تبدو وكأنها خيوط مظلمة، وتسمى فى هذه الحالة "الفتائل" ***(Big Bear Solar Observatory)***



كميات طائلة ضخمة من الطاقة تنطلق من الشمس، وهى مصاحبة لملايين الأطنان من الغازات الملتهبة. وهنا نرى شواظات شمسية ضخمة على وشك أن تتحرر من مجال جذب الشمس منطلقة فى الفضاء. وفى الصورة تظهر الأرض صغيرة جدا بالنسبة لها (***SDO/ NASA***).

الرياح الشمسية

هل تعلم أن للشمس رياحًا؟ هذه الرياح ليست كرياح الهواء على الأرض؛ والتى تساعدنا فى الإبحار بالمراكب الشراعية.

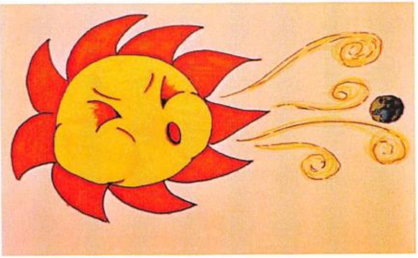
إلى جانب الحرارة والضوء اللذين ينبعثان من الشمس، فإنها ترسل بصفة دائمة تيارات من الجسيمات المشحونة كهربيا. هذه التيارات يسميها الفلكيون "الرياح الشمسية" (***Solar Wind***)، وتتكون فى الغالب من الإلكترونات والبروتونات(*). والرياح الشمسية تنطلق من الشمس وتدخل النظام الشمسى بسرعة تبلغ ١,٦ مليون كيلومتر فى الساعة. هذه الرياح شديدة الخطورة على الإنسان، لو تعرض لها دون وقاية. إنها فى حقيقة الأمر قاتلة. ولكن، ومن حسن الحظ؛ فإن للأرض غلافًا محيطًا بها من المجال المغناطيسى، الذى يقوم بدور الوقاية منها، وهو غير مرئى. هذا الغلاف الواقى المحيط بالأرض يسمى "الغلاف المغناطيسى" (***magnetosphere***)، ولولا هذا الغلاف الواقى لنفخ الغلاف الجوى الأرضى ببطء، بعيدا عنها؛ وانتهت الحياة على الأرض.

هذه الرياح الشمسية هى التى تتسبب فى انبعاج المجال المغناطيسى الأرضى وتضغط الجزء المواجه للشمس فينضغط، بينما "يتمدد" فى الجانب الآخر المظلم"(**).

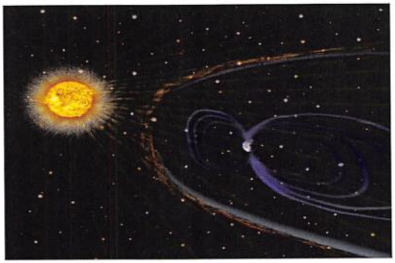
(*) تتكون ذرات جميع المواد من نواة يحيط بها إلكترونات، وتتكون النواة من جسيمات تسمى البروتونات والنيوترونات. والبروتونات هى التى تحمل الشحنة الموجبة التى تعادلها الشحنة السالبة فى الإلكترونات التى تدور حول النواة. وتختلف العناصر بعضها عن بعض باختلاف عدد البروتونات فى النواة. ومن المعروف أن الإلكترون جسيم خفيف لا وزن له تقريبا، أما البروتون فهو ثقيل نسبيا ويزن ١٨٣٦ إلكترونا – " المترجم".

(**) لتوضيح هذا الكلام وبيان شكل المجال المغناطيسى الأرضى يرجى دراسة الصورة. ويظهر فيها اختلاط المجال المغناطيسى الشمسى بالمجال المغناطيسى الأرضى فينضغط جزء المجال فى المنطقة الأقرب للشمس، ويتمدد فى المنطقة الأبعد من الشمس– " المترجم".

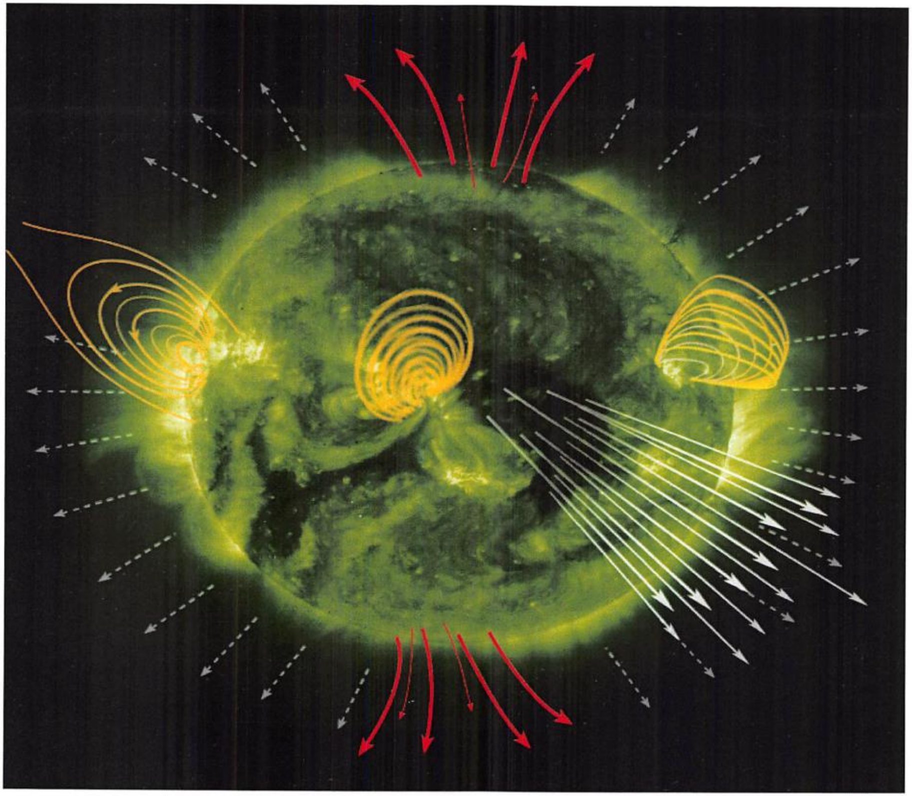
فى بعض الأحيان تكون الرياح الشمسية قوية وتبلغ سرعتها حينئذ أكثر من ثلاثة ملايين كيلومتر فى الساعة ، هذه السرعة العالية تتسبب فى تشظى وتمزق واهتزاز المجال المغناطيسى الأرضى، وبعد أن تدخل الجسيمات المجال الجوى الأرضى تبدأ فى التصادم مع جزئيات هواء المجال الجوى الأرضى مسببة ظهور "الشفق القطبى"، وسوف نناقش هذه الظاهرة لاحقا فى هذا الكتاب.



رسم فنانة صغيرة يبين الشمس وهى تنفخ بشدة، وفى أحيان تلفح هذه الرياح الشمسية الأرض، بهذا النوع من العواصف (***Wind Gust***) ونتيجة لذلك يتكون الشفق القطبى شديد اللمعان والإضاءة. (***Madeleine Brekke***)



صورة تبين "الرياح الشمسية" التى تبعث فى الفضاء، ومنها ما يقابل طبقة "الماجنتوسفير"، وهى طبقة من الغلاف الجوى الأرضى التى تظهر فيها آثار المجال المغناطيسى الأرضى. (***NASA***).



رسم يوضح الرياح الشمسية (**Solar Wind**) مختلفة القوة، الأقوى فيها هى الآتية من المناطق المظلمة فى الصورة والتى تسمى "ثقوب الكرونا" (**Coronal Holes**). ومثل هذا الثقب يحدث غالبا بالقرب من أقطاب الشمس، ولكنه يحدث أيضًا عند خط الاستواء الشمسى. (**S.Hill/ ESA/ NASA**)

الكسوف الشمسي

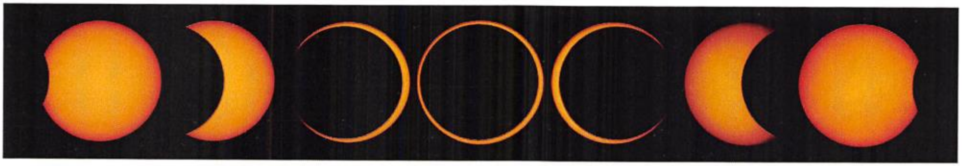
يدور القمر حول الأرض، وكل من الأرض والقمر يدوران من ثم فى فلك حول الشمس. وبهذه الطريقة، وفى بعض الأحيان، سوف يأتى القمر فى مكان يقع بين الأرض والشمس. ونتيجة لهذه الحالة تنتج ظاهرة طبيعية نسميها "الكسوف الشمسى" (***Solar Eclipses***). وبالصدفة[*] فإن الصورة المرئية (أو الحجم الظاهرى) للشمس فى السماء سوف تبدو مساوية للصورة المرئية (الحجم الظاهرى) للقمر فى السماء من على سطح الأرض. لهذا فإن ظل القمر يمكن أن يغطى قرص الشمس كاملا، وفى أحيان أخرى يكون الظل جزئيا، ومن على هذه الأماكن على الأرض؛ نرى الكسوف الجزئى (انظر الشكل التوضيحى فى الصفحة المقابلة – " المترجم").

ينقسم الكسوف الشمسى إلى ثلاثة أقسام رئيسية: كسوف كلى أو كامل، كسوف جزئى، وكسوف حلقى. أثناء الكسوف الكلى نستطيع رؤية الشواظات الشمسية (ألسنة اللهب) والكرونا، وتكون السماء مظلمة لدرجة أنه يمكن رؤية الكواكب التى لها قوة إضاءة عالية نسبيا، وكذلك يمكن رؤية النجوم البعيدة الأخرى. مشاهدة هذا الكسوف الكلى يكون من الأماكن التى تقع داخل المساحة التى يظهر فيها ظل القمر الكامل (***Umbra***).

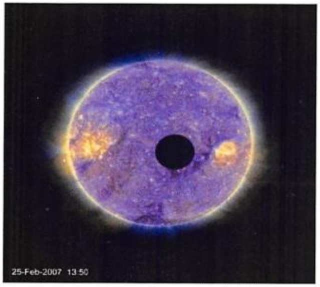
فى حالة الكسوف الحلقى فإن القمر يكون بعيدا (عن الأرض) لدرجة أن "قرص القمر" لا يكفى لتغطية كاملة لقرص الشمس. لهذا يبدو جزءًا من قرص الشمس مرئيا على شكل حلقة مستديرة محيطة بالقمر، وذلك عندما يكون الكسوف أكبر ما يمكن (انظر سلسلة الصور أعلى هذه الصفحة – " المترجم").

أما الكسوف الجزئى فينتج عندما يغطى القمر جزءًا من قرص الشمس، وفى هذه الحالة ينحرف القمر قليلا بحيث لا ينتج كسوف كلى أو حلقى.

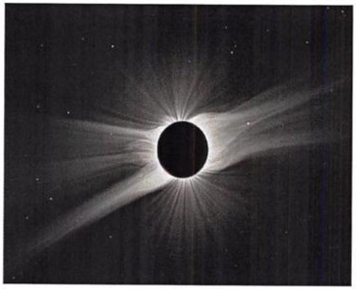
(*) لا أظن أن فى عالمنا المحكم الخلق توجد صدفة، فكل شيء مقدر تقديرا – " المترجم".



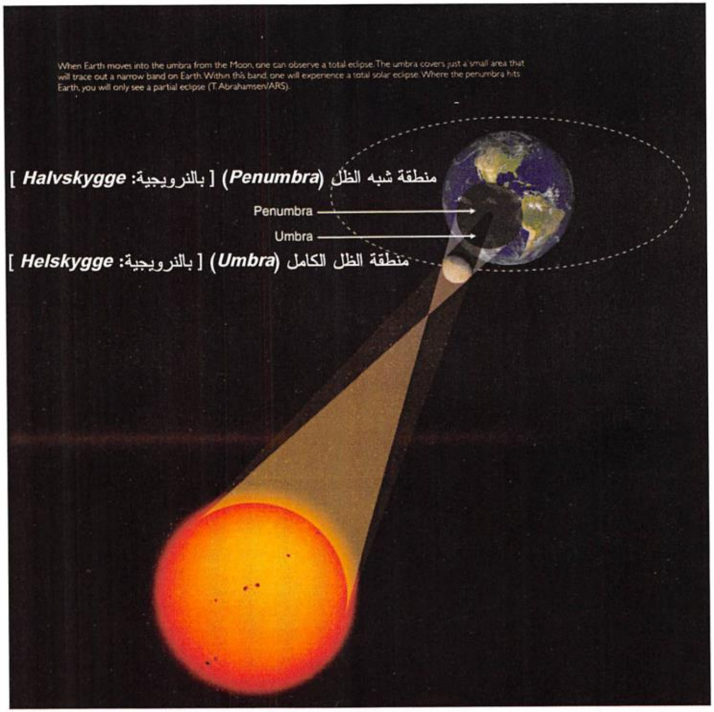
سلسلة من الصور توضح مكان القمر بالنسبة للشمس وذلك يوم ٣١ مايو عام ٢٠٠٣. أثناء هذا الكسوف الشمسى (***Solar Eclipse***) كان القمر بعيدا نوعا ما عن الأرض، مخالفا للحالة الطبيعية المعتادة، لذا لم يغط قرص الشمس كاملا. وما زلنا نرى حلقة رفيعة من الشمس، ومثل هذا الكسوف يسمى "الكسوف الحلقى" (***annular eclipse***) (***A.Danielsen***).



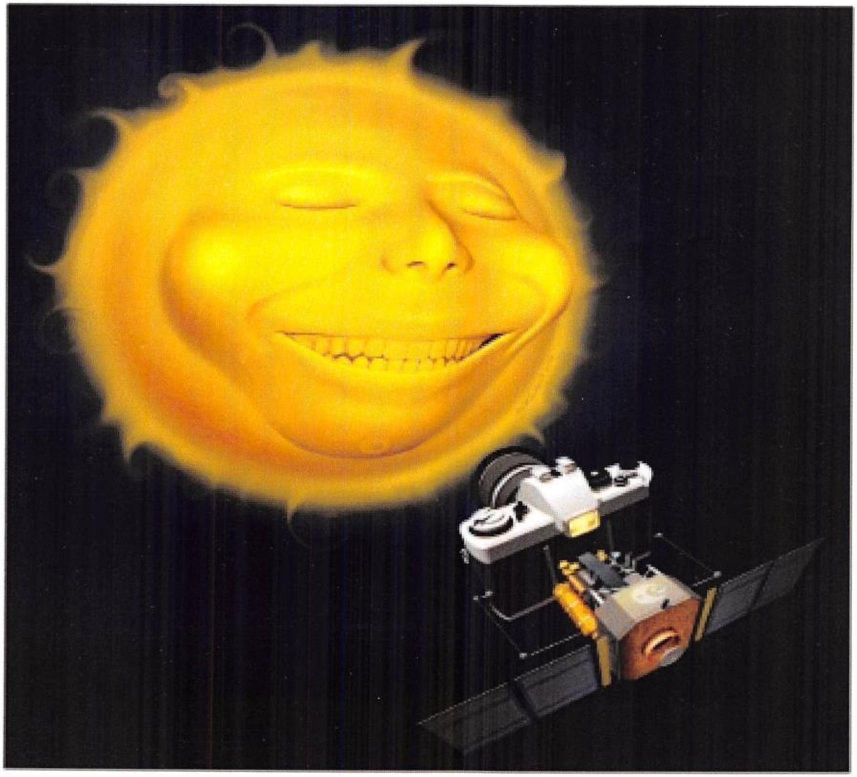
صورة التقطها أحد أقمار وكالة "ناسا" الفضائية، والشمس في حالة كسوف خاص (وللدقة العلمية يقال: لوصف هذه الحالة "مرور قمري" وليس كسوفًا شمسيا) يوم ٢٥ فبراير ٢٠٠٧ عندما كان القمر يمر أمام الشمس. ويظهر القمر أصغر كثيرا وذلك بسبب طول المسافة بين القمر، والقمر الصناعى.



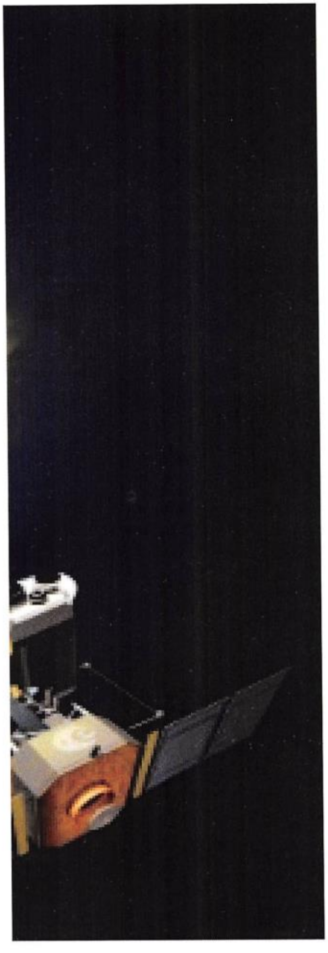
أثناء الكسوف الشمسي الكامل يغطي القرص الشمسي كاملا بواسطة القمر. وعند ذلك يظهر "الطقس الشمسي" جليا، وحين ذلك فحسب نستطيع رؤية الكرونا المختبئة. وأخذت صورة الكسوف الكلي للشمس من منغوليا عام ٢٠٠٨.



عندما تتحرك الأرض وتدخل فى منطقة الظل الكامل للقمر، نحصل على كسوف كلى للشمس. ومنطقة الظل الكامل (***Umbra***) لا تغطى إلا مساحة صغيرة من الأرض، وفى هذه المساحة فقط يمكن رؤية الكسوف الكلى. أما فى منطقة شبه الظل (***Penumbra***) فسوف يرى سكان هذه المناطق أجزاء من الشمس، وهى الأجزاء التى لم يحجبها القمر (***T.Abrahamsen/ ARS***)



بواسطة كاميرا رقمية متطورة يحملها قمر صناعى فى الفضاء يمكننا دراسة أجزاء الشمس المختلفة (***Alex Lutkus***).



كيف يمكننا دراسة الشمس؟

"جاليليو" يبدأ فى استخدام التليسكوب

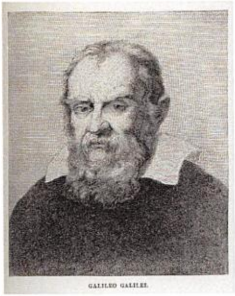
فى صيف عام ١٦٠٩ ميلادية سمع "جاليليو جاليلى" (***Galileo Galilei***) (١٥٦٤-١٦٤٢) عن اكتشاف صنع فى هولندا، وبه يستطيع المرء رؤية الأجسام البعيدة مقربة. عندئذ اشترى لنفسه بعض العدسات من محل يبيعها، وبعدها صنع تليسكوبه بنفسه، ولاحقا وجهَهُ إلى السماء.

بعد ذلك استطاع أن يكتشف بعض الاكتشافات المهمة مثل: الحفر والمرتفعات المنتشرة على القمر – أى تضاريس القمر، وأطوار كوكب الزهرة، وأقمار كوكب المشترى. وفى عام ١٦١٠ م وجه التليسكوب تجاه الشمس، واستطاع رصد بقع سوداء على سطحها.

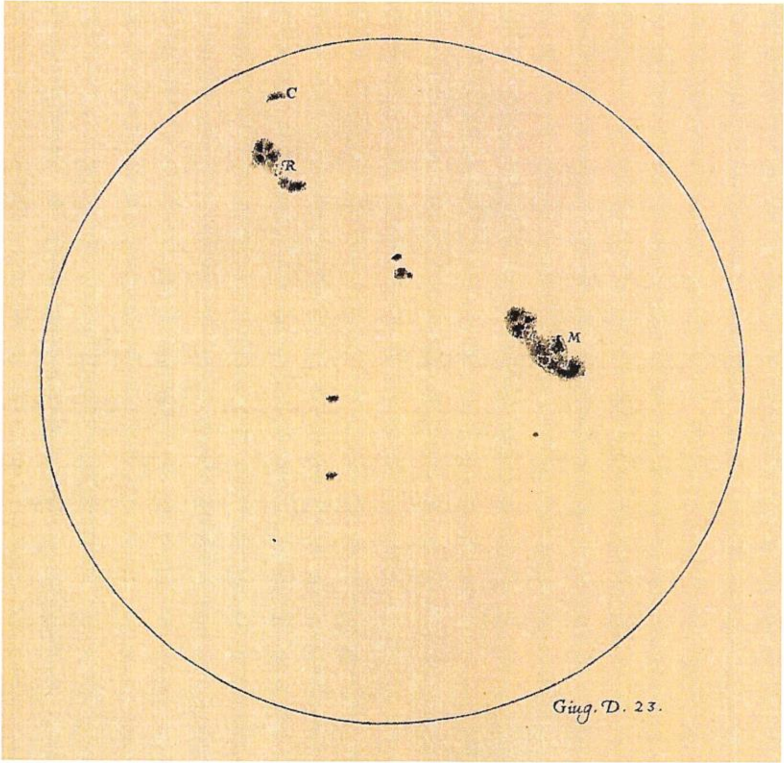
بعد ذلك بدأ فى دراسة البقع الشمسية (***Sunspots***) واستمر فى ذلك فترة زمنية طويلة، ولاحظ أن البقع تتحرك بمرور الوقت. هل كان "جاليليو" هو أول من رصدها؟ الإجابة ربما تكون بلا. فنحن نعلم أن الإنجليزى "توماس هاريوت" (***Thomas Hariot***) كان قد تحدث عنها فى نفس الوقت أو قبله، ونعلم عن رسوماته للبقع الشمسية، ولكن "هاريوت" لم ينشر رسومه مثلما فعل "جاليليو".

البعض كان يعتقد أن البقع السوداء ليست على الشمس، لكنها تقع بين الأرض وبينها. وقد كان "جاليليو" هو أول من زعم بأن البقع موجودة على سطح الشمس، وأن حركتها على قرص الشمس تثبت أن الشمس تدور وتلف حول محور لها.

فى الصورة نرى صورة تليسكوب يباع فى الأسواق يسمى "تليسكوب جاليليو"، وهو عبارة عن تليسكوب يشبه التليسكوب الذى استعمله جاليليو. وصُنع خصيصا من أجل التلاميذ؛ حتى يعايشوا نفس التجربة التى مر بها جاليليو منذ ٤٠٠ عام مضت. ويوجد معه بعض العدسات الحديثة التى يمكن استعمالها لتحسين أدائه. انظر صفحة: www.galileoscope.org



صورة "جاليليو جاليلى"، وهو أول من وجه تليسكوبًا ناحية السماء (***Sarah K.Bolton / Justus Sustermans***)



الرسم الأصلى الذى رسمه جاليليو للبقع الشمسية التى رصدها بتليسكوبه. لقد أصيب جاليليو بالعمى تقريبًا بسبب طول النظر للشمس بالتليسكوب.

.(***Galileo Project, Rice University / O. Gingrich***)

"التليسكوبات الكبيرة تحلل وتدرس ضوء الشمس"

منذ أن وجه "جاليليو جاليلى" تليسكوبه إلى السماء، توالى بعدها بناء تليسكوبات كبيرة لدراسة الشمس والسماء. ففى النرويج عام ١٩٥٧، بنى تليسكوب كبير فى مدينة "هارستوا" (***Harestua***) شمال العاصمة أوسلو. ويحتوى المرصد على تليسكوبين رادويين (***Radio Telescope***) يحسان بالموجات الرادوية (*) التى تشع من الشمس، وذلك إلى جانب تليسكوبات وأجهزة أصغر.

فى العقود الحديثة بنيت تليسكوبات على قمم الجبال حيث السماء أكثر صفاء والطقس أقل ضبابية، وبذلك نحصل على صور أكثر نقاء ووضوحًا للشمس. وفى السنين الأحدث بنيت تليسكوبات أكثر ضخامة وأحدث على قمم الجبال فى بعض الجزر الموجودة فى المحيطات، وهناك يمكننا رصد الشمس يوميا، وتكون الصور أكثر دقة ووضوحا.

وتشترك النرويج مع السويد فى التليسكوب الشمسى الذى بنى فى "لا بالما" (***La Palma***)، ويعتبر هذا التليسكوب – ربما – الأفضل فى العالم. فهو يستطيع أن يرى تفاصيل الشمس لمساحة حوالى ٧٠ كيلو متر مربع. وهذه الدقة رائعة تثير الإعجاب؛ لو علمنا أن الشمس تبعد عنا ١٥٠ مليون كيلومتر. ويمكن بيان هذه الدقة بمثال: فلو تصورنا أحد الأفراد يقف فى مكان ما فى مدينة القاهرة؛ فإنه يستطيع رؤية شخص آخر على بعد ٥٥٠ كيلو متر منها (مثلا الغردقة تبعد ٥٢٩ كيلومترًا عن القاهرة)، وهو يمسك فى يده قطعتين من العملة المعدنية التى نصف قطرها أقل من سنتيمترًا واحد، ويستطيع التمييز بينهما.

(*) الموجات الرادوية هى الموجات التى تستخدم فى الإرسال اللاسلكى للبرامج الإذاعية من تليفزيون وراديو. وهى موجات كهرومغناطيسية، أى مكونة من مجال كهربى والآخر مغناطيسي، كما هى الحال فى الموجات الضوئية. والموجات الرادوية أضعف وأقل طاقة منها فى حالة الضوء – " المترجم".

ينبعث من الشمس إشعاع مرئى، أى تحس به العين البشرية، وآخر غير مرئى، ومثل الأشعة غير المرئية؛ أشعة تسمى فوق البنفسجية(*) (***Ultraviolet, UV***)، وأشعة إكس(**) (***X–Rays***)، وهذه الأخيرة تسمى أيضًا أشعة رونتجن (***Rontgen rays***). ومعظم الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض هى من النوع المرئى (وهى الأضعف، أو الأقل طاقة).

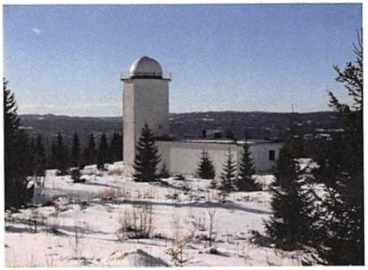
أما الأشعة فوق البنفسجية (***UV***) وأشعة إكس فيوقفها، أو يمتص أغلبها الغلاف الجوي(***) المحيط بالأرض. وترصد الشمس بواسطة تليسكوبات كبيرة حيث تستقبل الأشعة بعدها تمر خلال أجهزة تقوم بفصل الألوان* المختلفة المكونة للضوء الأبيض المرئى.

وهكذا نستطيع دراسة كل من شدة اللون، ودرجة انتشاره، وأيضًا الخطوط الداكنة المظلمة فى الطيف، وبهذه المعلومات يمكننا التعرف على نوع المواد والعناصر الكيميائية الموجودة فى الشمس دون أن نضطر للذهاب إليها.

(*) الأشعة المرئية وغير المرئية كلاهما موجات كهرومغناطيسية، تختلف عن بعضها فى مقدار الطاقة التى تحويها، وتُميز عن بعضها بقياس ما يسمى الطول الموجي، والتردد. وكلما زادت طاقتها ازداد تردد الموجة، وقصر الطول الموجي، أو بتعبير آخر، الموجات القصيرة أعلى طاقة من الموجات الطويلة – " المترجم".

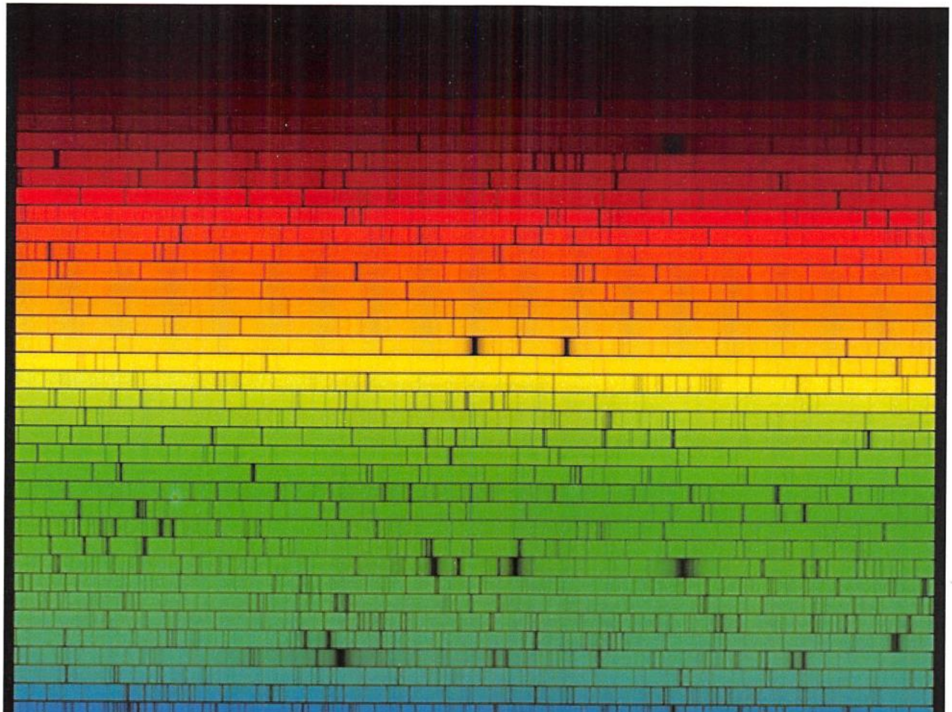
(**) يحتوى الغلاف الجوى على طبقة الأيونوسفير، وكذلك طبقة الأوزون، اللذان يقومان بامتصاص الأشعة القوية التى يمكن أن تقتل المادة الحية على الأرض لو زاد وقت التعرض لها – " المترجم".

(***) تتكون الأشعة الضوئية المرئية من موجات مختلفة الطول الموجى والتردد، ولكل موجة لها لون يميزها، وهى الألوان السبعة التى نراها فى قوس قزح، وكذلك عندما تنعكس على قرص "سى دي" (***C.D***) المعروف– " المترجم".



المرصد الشمسى فى مدينة "هارستوا" شمال العاصمة النرويجية أوسلو، الذى افتتح عام ١٩٥٧ (***Uio*** – جامعة أوسلو).

المرصد الشمسى السويدى فى "لا بلما" أحد جزر الكناريا، وهو يعتبر الأفضل فى العالم. والتليسكوبات الشمسية الكبيرة تبنى على قمم الجبال فى الجزر حيث تكون السماء صافية أغلب الأوقات. (***Royal Swedish Academy of Science***)



"بصمة الأصبع" (***Finger Prints***) للشمس التى عن طريقها يمكن دراسة تفاصيل ضوء الشمس، وذلك عن طريق "فصل الألوان" (أو بأسلوب آخر فصل الموجات الضوئية ذات التردد والطول الموجي المختلف) وذلك بإمرار الضوء خلال "منشور زجاجي" (***Glass prism***)، أو مرآة تلف، فيقومان بفصل الموجات، وبعدها ندرس شدة وانتشار كل موجة (أو لون) على حدة. والخطوط السوداء فى الصورة هى مكان اللون (أو الموجة أو الشعاع الضوئي) الذى تم امتصاصه من الذرات الموجودة فى داخل الشمس، ويمكننا التعرف على العناصر الكيميائية الداخلة فى مكونات الشمس. (الصورة للمرصد القومي الأمريكي للشمس، مرتفعات ساكرامنتو – كاليفورنيا – الولايات المتحدة الأمريكية) (***National Solar Observatory, Sacramento peak– usa***)

رصد الشمس من الفضاء

بعد الحرب العالمية الثانية استولى الأمريكان على الصواريخ الألمانية "فى -٢" (*V2*) واستخدموها لأغراض علمية. وهكذا، ولأول مرة أرسلت أجهزة علمية خارج طبقات الغلاف الجوى التى تحجب الأشعة فوق البنفسجية (*UV*) المنبعثة من الشمس. وفى العاشر من أكتوبر ١٩٤٦ نجحت أول تجربة إطلاق صواريخ، ووصل الصاروخ إلى ارتفاع ١٧٣ كيلومتر. وقامت الأجهزة بدراسة الأشعة فوق البنفسجية وأشعة إكس المنبعثة من الشمس، وكانت الكبسولات المحملة على الصواريخ تبقى فى الفضاء لبضع دقائق قبل أن تسقط إلى الأرض تحملها مظلة.

أما اليوم فإننا نستخدم تليسكوبات، وأجهزة متطورة محملة على أقمار صناعية تستطيع البقاء فى الفضاء لفترات طويلة، وبذلك نستطيع رصد ودراسة الشمس ٢٤ ساعة فى اليوم، ولمدى سنوات طويلة دون مشاكل وجود سحاب، أو تغيرات جوية، وكذلك يمكننا مراقبة حركة طبقات الغلاف الجوى والنجوم الأخرى.

المرصد الشمسى ***HRTS*** (اختصار لـ ***High Resolution Telescope and Spectrometer***) والاسم بالعربية: التليسكوب والمطياف ذو الفصل العالي(*)، وقد كان هو الجهاز الأهم الذى حمل على المركبة الفضائية "التحدى" (***Challenger***) عام ١٩٨٥. ولقد قام الجهاز بالتقاط صور متميزة للطقس الشمسى المتغير الذى يمكن دراسته فقط؛ من الفضاء. ولقد شارك بعض الباحثين النرويجيين فى إدارة المركبة فى "مركز التحكم" الموجود فى مدينة "هيوستن" (***Houston***) الأمريكية أثناء الرحلة إلى الفضاء (***NASA / NRL***).

(*) قدرة المطياف على "فصل الألوان العالية" (***High Resolution***) تعنى دقة الجهاز على التمييز بين الأشعة ذات التردد المتقارب القيمة وبذلك تبدو الصور أكثر وضوحًا ودقة فى التفاصيل – " المترجم"

الصاروخ "في ٢" (***V2***) الذى أطلق من مدينة "هوايت ساندس" بنيومكسيكو، الولايات المتحدة الأمريكية (***NRL***).

"المعمل الفضائي" وقد كان أول مركبة فضاء اتخذت فلكا حول الأرض عام ١٩٧٣ وظلت تعمل حتى ١٩٧٩. وكانت تحمل عدة تليسكوبات لدراسة الشمس. ولقد التقط المعمل صورا عديدة للشمس، وهي التي أحدثت ثورة معلوماتية عنها (***NASA***).

"سوهو" و"هنود"

الكثير من الصور الرائعة المدهشة للشمس التى نراها اليوم؛ تلتقط بواسطة المرصد الفضائى الشمسى المسمى "سوهو" (***SOHO***). والكلمة اختصار للجملة الإنجليزية ***Solar and Heliospheric Observatory*** . ولقد أطلق هذا المرصد فى الثانى من ديسمبر ١٩٩٥، ووضع على بعد ١,٥ مليون كيلومتر من الأرض، وبذلك فهو أبعد من القمر أربع مرات. فى هذا المكان يمكنه رصد ودراسة الشمس بالتفصيل سواء بالليل أو بالنهار. ومن مميزات التليسكوب الفضائى هو أنه يُمَكننا من رؤية طبقة من "الغلاف الجوى الشمسى" (***Sun atmosphere***) لا نستطيع رؤيتها من على سطح الأرض. وسبب ذلك أن معظم الإشعاع الشمسى القادم من طبقة "الكروموسفير" (***Chromosphere***)، وطبقة "الكرونا (***Corona***) تحتجز وتمتص بواسطة الغلاف الجوى الأرضى.

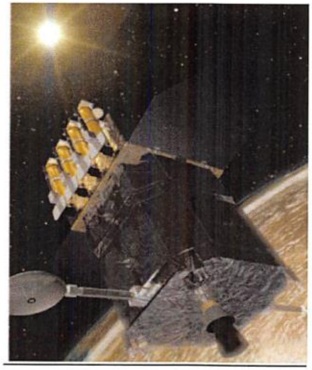
أما المرصد "هِنُود" (***HINODE***) فهو "مرصد شمسى" يابانى أطلق عام ٢٠٠٦. ويحمل القمر "هنود" أجهزة أقل من "سوهو"، لكنها أكثر حداثة وتقدما من الناحية التكنولوجية، ويستطيع أن يرى تفاصيل أدق للشمس من القمر "سوهو". ويشترك الباحثون النرويجيون فى كلا المشروعين العلميين. وتنقل جميع المعلومات الواردة من القمر "هنود" إلى مراكز البحث العلمى الفضائى فى العالم كله عن طريق محطة الأقمار الصناعية فى الجزيرة النرويجية "سفال بارد" (*) (***Svalbard***).

وفى عام ٢٠١٠ أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" (***NASA***) أحدث مرصد شمسى، أو "مرصد ديناميكية الشمس" "***SDO***" (***Solar Dynamics Observatory***)، وله قدرة على الفصل أعلى أربع

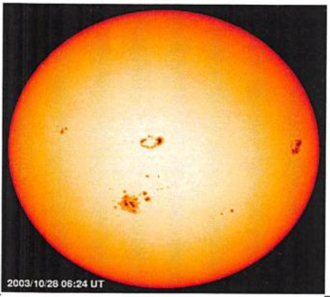
(*) سفال بارد جزيرة تقع فى بحر الشمال فى المياه الإقليمية النرويجية، وهى قريبة من مركز القطب الشمالى للكرة الأرضية. انظر الخريطة صفحة – " المترجم".

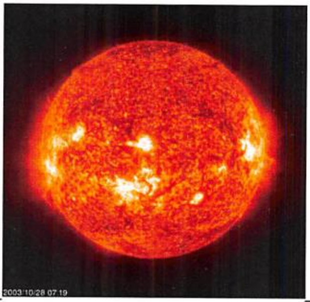
مرات بالمقارنة بأحدث الأجهزة التليفزيونية ***HD TV*** (***High Definition Television***). ويلتقط صورة لكل طول موجى (***Wava Length***) على حدة؛ كل عشر ثوان. وهو مصمم لمساعدتنا على فهم "العمليات الديناميكية للشمس" (***Sun Dynamics processes***)، والتغيرات التى تحدث على سطحها وتأثير ذلك على الأرض.

وفى هذه الصفحة يمكننا مقارنة صورتين للشمس. إحداهما بكاميرا تحس بالضوء المرئى الأبيض، وتبدو الشمس فيها مثلما نراها بالعين المجردة. أما الصورة الأخرى؛ فقد التقطت فى نفس اليوم، وتبدو مختلفة كثيرا عن الأخرى، والسبب هو أن الكاميرا تسجل الأشعة فوق البنفسجية. والمعروف أن الأشعة فوق البنفسجية لا تراها العين الإنسانية، وفقط بمساعدة أجهزة خاصة يمكن تسجيل الإشعاع. والذى نراه فى الصورة هو طبقة "الكروموسفير"، وهى طبقة الغاز التى تقع فوق السطح المرئى للشمس. وفى الصورة أيضًا نرى مناطق أكثر إضاءة تسمى "المناطق النشطة" (***Active regions***)، ومنها تنطلق كمية أكبر من الأشعة فوق البنفسجية.

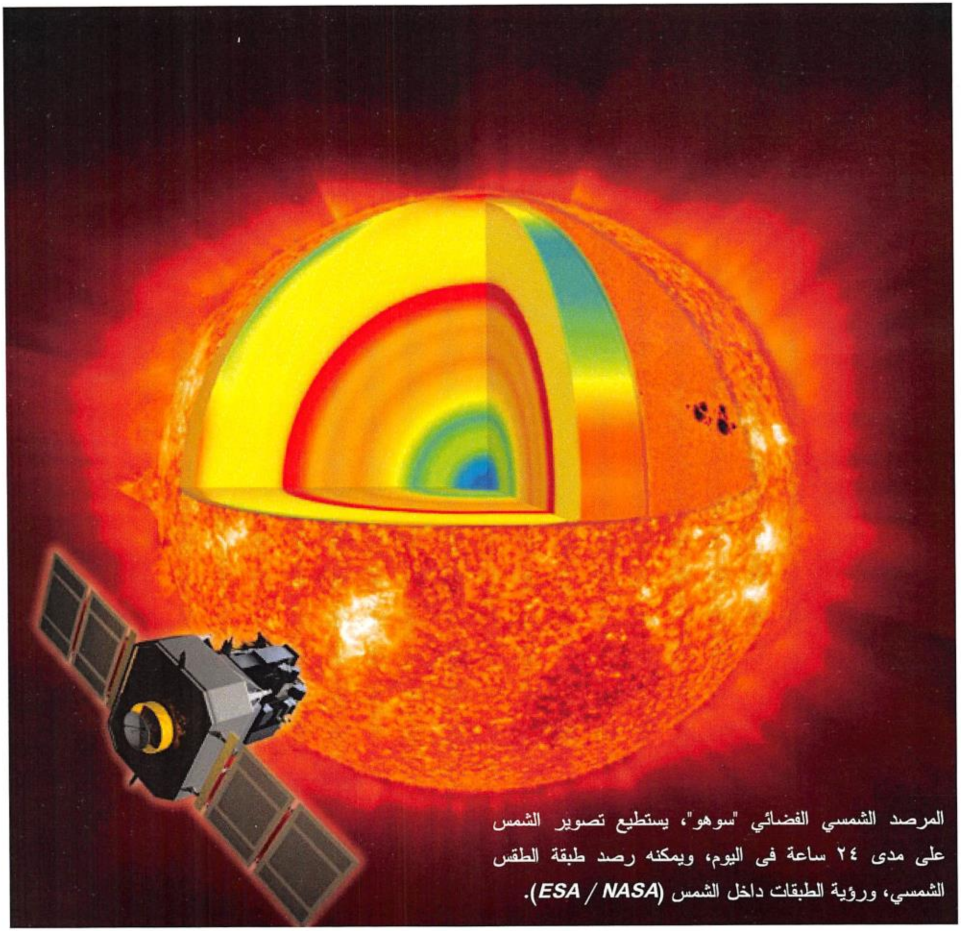


المرصد الشمسى اليابانى "هنود" يدور فى فلك حول الأرض، ويمكنه رؤية تفاصيل دقيقة للطقس الشمسى. (***JAXA***)

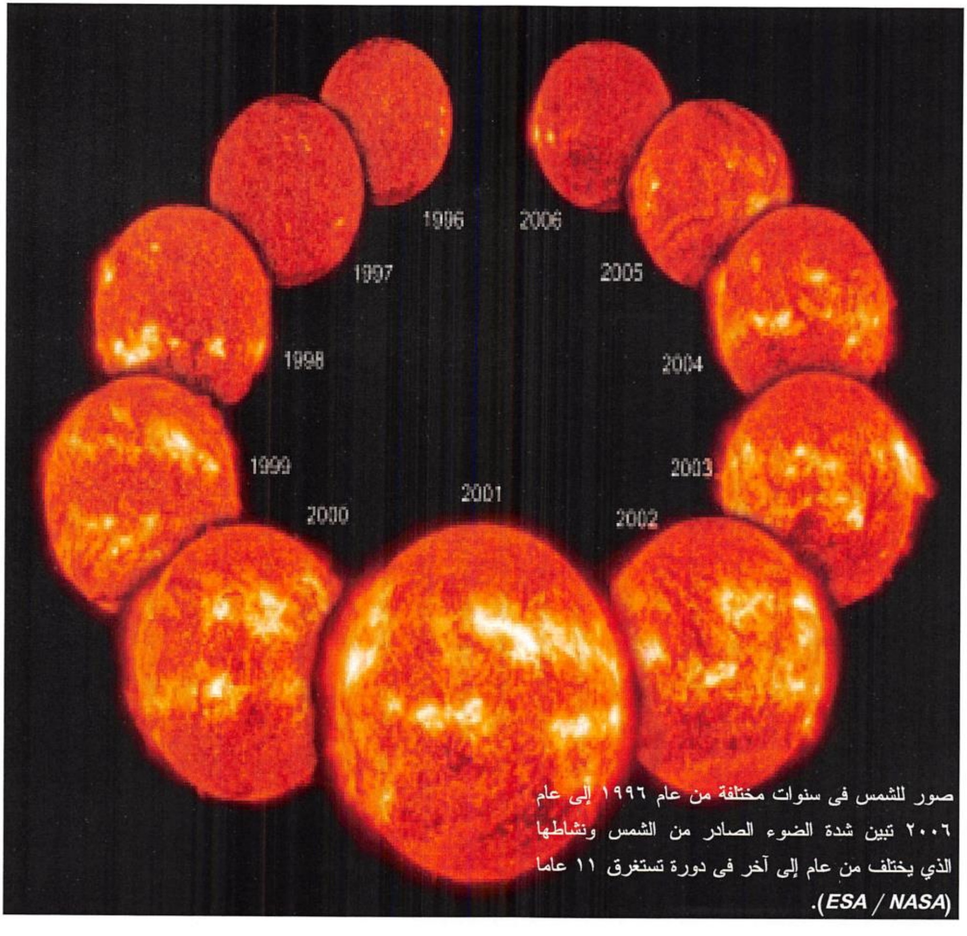




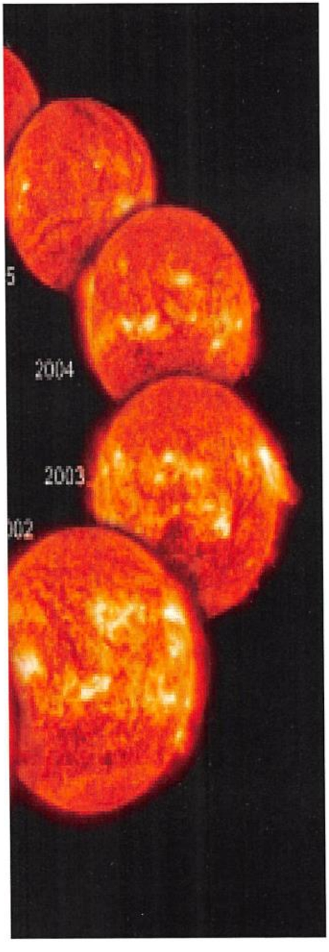
فى اليسار صورة للشمس بكاميرا تحس بالضوء المرئى، ونرى على السطح البقع الشمسية الأقل إشعاعا. أما الصورة على اليمين فهى مسجلة بكاميرا تحس بالأشعة فوق البنفسجية فقط، ولذلك نستطيع بها أن نرى طبقة الطقس الشمسى. (***ESA / NASA***)



المرصد الشمسي الفضائي "سوهو"، يستطيع تصوير الشمس على مدى ٢٤ ساعة فى اليوم، ويمكنه رصد طبقة الطقس الشمسي، ورؤية الطبقات داخل الشمس (***ESA / NASA***).



صور للشمس فى سنوات مختلفة من عام ١٩٩٦ إلى عام ٢٠٠٦ تبين شدة الضوء الصادر من الشمس ونشاطها الذي يختلف من عام إلى آخر فى دورة تستغرق ١١ عاما (*ESA / NASA*).

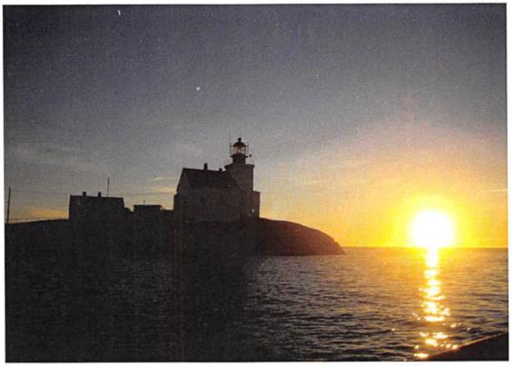


الشمس نجم ديناميكى متغير

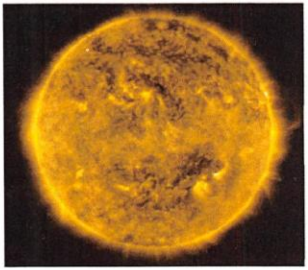
الشمس – نجم تتغير حالته

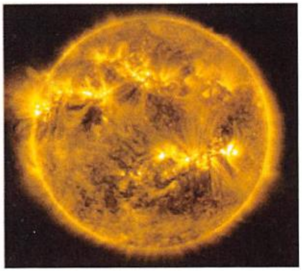
بالنسبة لنا – نحن البشر– تبدو الشمس قرصًا ثابتًا هادئا أصفر اللون يسكن كبد السماء. لكن الحقيقة مغايرة تماما لما يبدو لنا، فالشمس نجم يتغير كل لحظة، غير هادئ، ويتسبب فى صنع الكثير من الظواهر الطبيعية، وذلك علاوة على إشعاعه المستمر للضوء والحرارة. إن الشمس هى السبب فى حدوث ظاهرة "نور الشمال" أو ما يسمى بـــ"الشفق القطبى" ذى الألوان الجميلة الرائعة. والشمس أيضًا هى التى تؤثر بصورة كبيرة على المجتمعات التى تعتمد على التقنيات الحديثة؛ فبتغير إشعاع الطاقة الشمسية؛ يتغير الطقس على الأرض. ولذلك فإنه من المهم بمكان أن نزيد معارفنا عن الشمس: النجم الذى يهبنا الحياة.

وزيادة معرفتنا للشمس تأتى عن طريق بناء المزيد من التليسكوبات؛ التى ترصد الشمس من على سطح الأرض، وكذلك إرسال المزيد من الأقمار الصناعية التى ترصد الشمس من الفضاء.



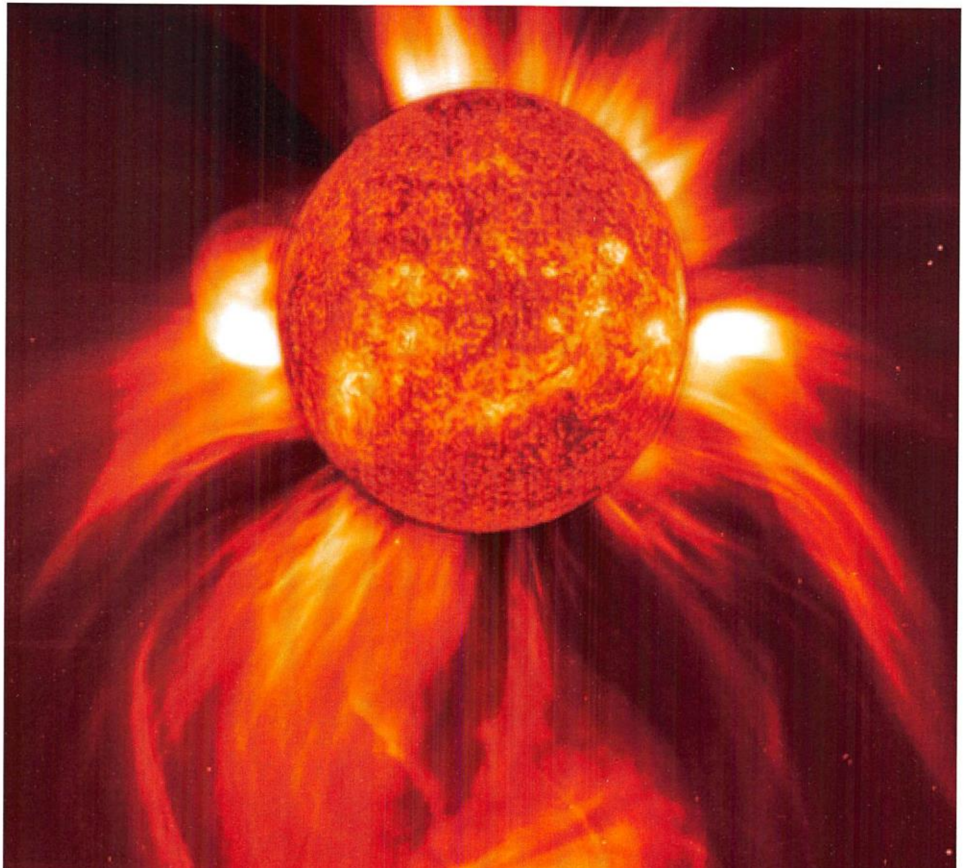
بالنسبة لنا تبدو الشمس كرة صفراء هادئة تلمع فى السماء دون تغيّر يذكر. وفى الصورة نرى شروق الشمس الساعة الرابعة والنصف صباحا على جزيرة "لينجُر" (***Lyngor***) النرويجية. (***P.Brekke***).





فى اليسار صورت الشمس فى وقت "النهاية الصغرى"(*) (***minimum***) لنشاطها، وفى اليمين صورة لها وقت "النهاية العظمى"* (***maximum***) . لاحظ أننا نرى ضوء الشمس أشد وأكثر لمعانا فى مناطق كثيرة عندما تكون الشمس نشطة (***SDO/NASA***) (ص *E 72*).

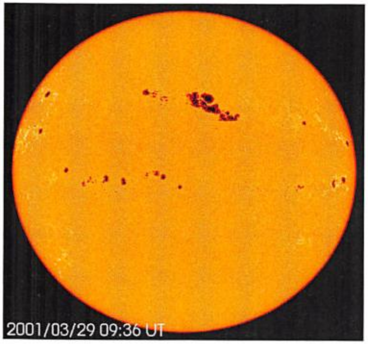
(*) سيأتى تعريف وشرح للنهاية الصغرى والنهاية الكبرى فى دورة البقع الشمسية – " المترجم".



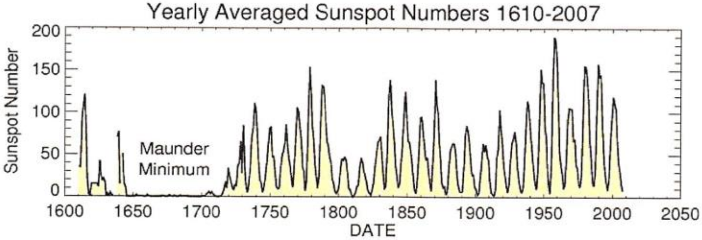
دورة البقع الشمسية

فى دورة زمنية، كل أحد عشر عاما، تصل الشمس إلى فترة يكون نشاطها أعلى ما يمكن، وتسمى هذه الفترة الزمنية "القمة الشمسية" (***Solar Maximum***) – أو الحد الأعلى للنشاط الشمسى، فى هذه الفترة نلاحظ ونرصد وجود كثير من البقع الشمسية. وبعد خمس سنوات من هذه القمة تذهب الشمس إلى فترة تسمى "الحد الأدنى الشمسى" (***Solar Minimum***)، وفى هذه الفترة نرى القليل، أو لا شيء من البقع الشمسية. وبهذه الطريقة نستطيع تتبع ودراسة القوى المغناطيسية الكبيرة التى تحدث فى الشمس، وذلك برصد عدد البقع الشمسية المتكونة، وبناء على هذه المعلومات يمكننا التنبؤ بميعاد حدوث العواصف الشمسية القوية.

وعندنا الآن قياسات جيدة لعدد البقع الشمسية منذ تم البدء فى تسجيلها عام ١٦١٠ ميلادية، وذلك عندما بدأ جاليليو فى استخدام التليسكوب.

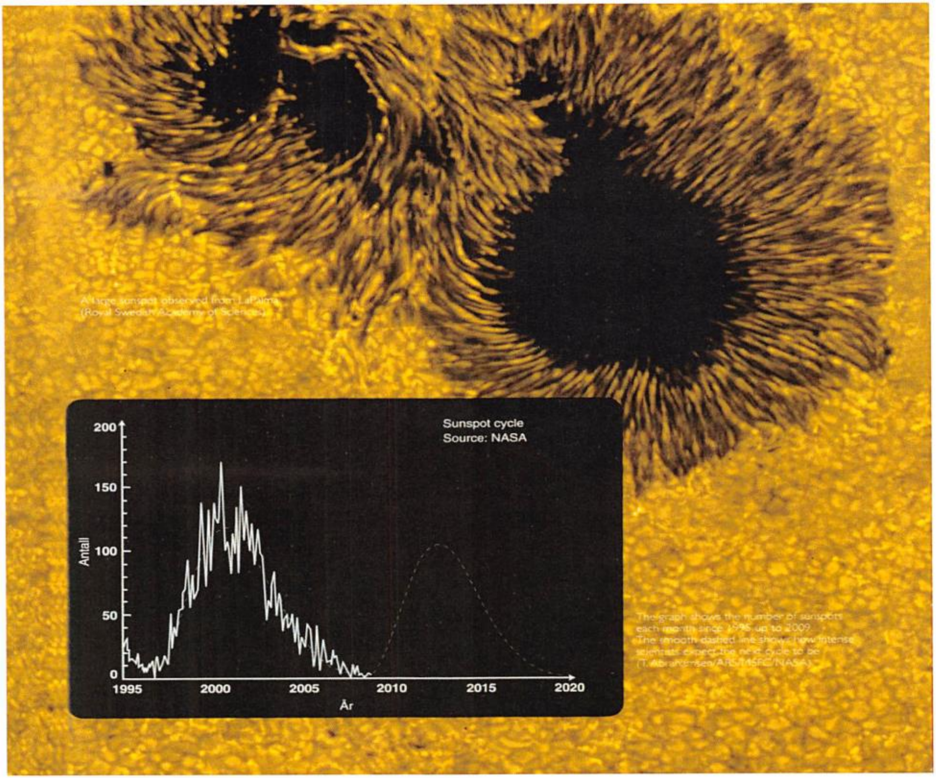


فى الصورة أحيانا لا نرصد أى بقع شمسية على سطح الشمس، بينما فى أوقات أخرى نرصد الكثير من البقع الكبيرة. والصورة فى اليمين التقطت للشمس بتاريخ ٢٩ /٠٣/ ٢٠٠١ ساعة ٠٩:٣٦، أما الصورة فى اليسار تم التقاطها بتاريخ ٢٠٠٨/٠٥/١٣، ساعة ١٧:٤١. (***ESA/NASA***)



الرسم البيانى يبين التغييرات الحادثة فى أعداد البقع الشمسية منذ عام ١٦١٠، ونلاحظ أن عدد البقع الشمسية يختلف فى دورة زمنية مقدارها حوالى ١١ عامًا.

(***T.Abrahamsen /ARS***)



عدد البقع الشمسية يتغير فى دورة مقدارها ١١ عامًا. والرسم يبين عدد البقع كل شهر منذ عام ١٩٩٥ وحتى عام ٢٠٠٩. والمنحنى ذو الخط المتصل يبين القياسات العلمية، بينما يبين المنحنى ذو الخط المتقطع ما يتوقعه العلماء للدورة القادمة. (***T.Abrahamsen / ARS / MSFC / NASA***).

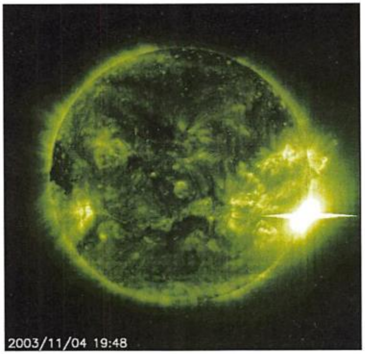
الانفجارات الحادثة فى الشمس

المناطق ذات النشاط المغناطيسى العالى فى الشمس؛ دائما ما تكون فى حالة عدم اتزان، وهذا يسبب نوعًا من الانفجار العظيم يحدث فى الطقس الشمسى، ويسميه علماء الفيزياء الفلكية "التوهجات الشمسية" (**Sun Flares**). وفى توهج شمسى واحد تنطلق كمية من الطاقة تعادل العديد من آلاف المليارات من أطنان المادة المفرقعة المعروفة "تى. إن. تى" (**TNT**). وأثناء مثل هذه الانفجارات ترتفع درجة حرارة الغازات المحيطة إلى عشرين مليون درجة.

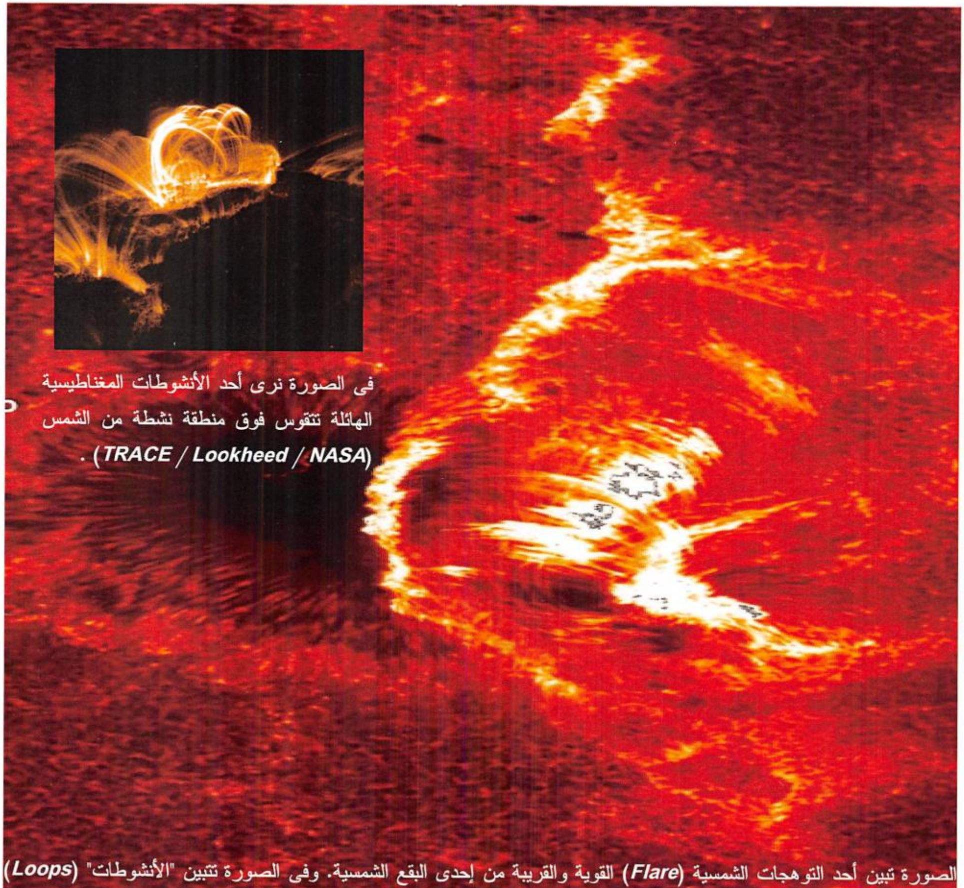
يرسل هذا الغاز فائق السخونة كميات هائلة من الطاقة فى صورة إشعاع من أشعة إكس (**X- rays**)، والأشعة فوق البنفسجية (**UV**). وهذا الإشعاع يسير بسرعة الضوء، ويصل للأرض بعد ثمان دقائق وعشرين ثانية. ولكن، ومن حسن الحظ، فإن طبقات فى الغلاف الجوى الأرضى مثل طبقة غاز الأوزون(*) تمنع هذا الإشعاع الضار المميت لخلايا الجلد لو تعرضت له. وكما سنقرأ لاحقا؛ فإن هذه الانفجارات تسبب مشاكل كبيرة للاتصالات اللاسلكية، والاتصالات التى تتم عن طريق الأقمار الصناعية.

(*) يتكون جزيء غاز الأوزون من ثلاث ذرات أوكسجين، ومن خواصه امتصاص الإشعاع ذي الطاقة العالية فتضعف، وتصل إلى المادة الحية على الأرض ضعيفة فلا تميتها. ومن المشاكل التى نسمع عنها فى العقود الأخيرة حدوث ثقوب فى طبقة الأوزون، أو بأسلوب آخر تناقص عدد جزئيات الأوزون أو اختفاؤها فى مناطق معينة فى الغلاف الجوي، وذلك نتيجة انطلاق بعض الكيماويات التى يستخدمها الإنسان إلى تلك الطبقة، ونتيجة لذلك تمر الأشعة بكامل قوتها وتضر الحياة على الأرض- " المترجم".

رسم يوضح كيفية بدء الانفجارات وتكوّن الرياح الشمسية. وفى الرسم مُثلت المجالات المغناطيسية بأسهم لها اتجاهات مختلفة. وعندما يتصادم مجالان مختلفان تنطلق كميات ضخمة من الطاقة فى صورة ضوء وحرارة. (***NASA/ Marshall Space Flight Center***).



الصورة توضح أحد الانفجارات الضخمة (***Flare***)، والرياح الشمسية المنطلقة منها قرب حافة قرص الشمس، تم رصدها عام ٢٠٠٣ (***ESA / NASA***).



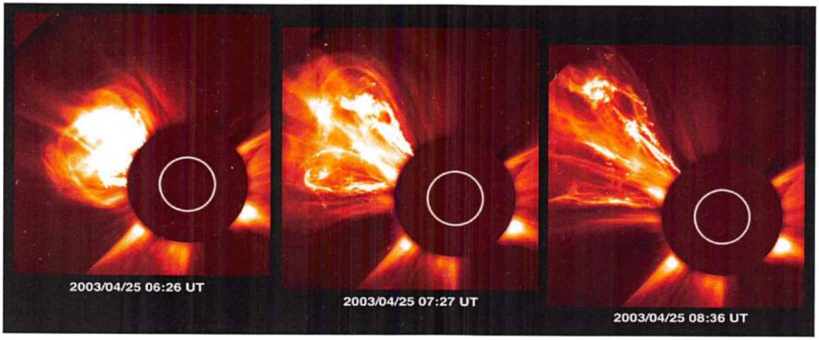
فى الصورة نرى أحد الأنشوطات المغناطيسية الهائلة تتقوس فوق منطقة نشطة من الشمس (***TRACE / Lookheed / NASA***) .

الصورة تبين أحد التوهجات الشمسية (***Flare***) القوية والقريبة من إحدى البقع الشمسية. وفى الصورة تتبين "الأنشوطات" (***Loops***) المضيئة المليئة بالغازات شديدة السخونة، التى تصل درجة حرارتها إلى عدة ملايين من الدرجات المئوية (***Hinode/NAOJ***)

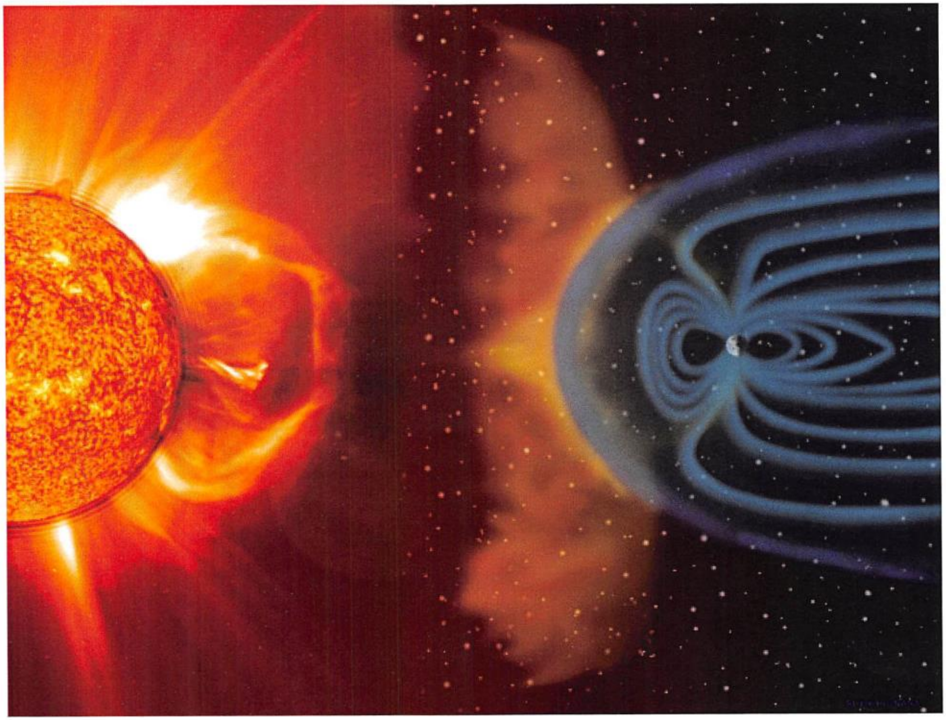
"انطلاق الغازات من الشمس"

فى بعض الأحيان ونتيجة "التوهجات الشمسية"، تستطيع بعض "النتوءات" (***Prominens***) أن تتحرر من المجال المغناطيسى، وتنطلق كمية هائلة الضخامة من الغاز مبتعدة عن الشمس. وفى العواصف الأقوى تنطلق مليارات عديدة من أطنان الجزئيات، تعادل مائة ألف بارجة حربية كبيرة. وتصاحب الغازات المنطلقة مجالات مغناطيسية. وتسمى هذه المجالات المنطلقة فى مثل هذه العمليات "قذائف الكرونا"، واسمها بالإنجليزية ***Coronal Mass Ejections***، أو اختصارا ***CMEs*** "سى.إم.إى". ونتيجة لذلك تتمدد فقاقيع الغاز فى الفضاء، ويمكن أن تصل سرعتها إلى ثمانية ملايين كيلومتر فى الساعة. وعلى الرغم من هذه السرعة العالية فإن هذه السحابات الغازية تستغرق ما يقرب من يوم حتى تصل إلى الأرض. وفى المعتاد تستغرق "الرياح الشمسية" (***Solar Wind***) ثلاثة أيام فى هذه الرحلة. ومن حسن الحظ أنه لو أخذت إحدى هذه السحابات الغازية طريقها إلى الأرض؛ فسوف يقوم المجال المغناطيسى الأرضى بتوقيفها.

وينتشر المجال المغناطيسى الأرضى حول الكرة الأرضية فى طبقة محيطة غير مرئية تسمى "ماجنتوسفير" (***Magnetosphere***). وتقوم السحابة الغازية والمجال المغناطيسى المصاحب لها بدفع المجال المغناطيسى للأرض مسببة اهتزازه بشدة، ويتولد ما يشبه "العاصفة"، وتسمى مثل هذه العواصف "العواصف المغناطيسية الجغرافية" (***Geomagnetic storms***). وأثناء هبوب هذه العواصف تتولد "الأرورا"، أو الشفق القطبى، وهو أضواء ذات لون مميز شديدة الإضاءة تظهر عند الأقطاب.



الصورة تبين أحد انبعاثات الكرونا حيث ينطلق فى الفضاء مليارات من أطنان الغاز يصاحبها مجال مغناطيسى. وأخذت هذه الصورة بأجهزة "لاسكو" (***LASCO***) التى يحملها القمر الصناعى الفضائى "سوهو"، وهى أجهزة قادرة على صنع كسوف شمسى مصطنع، وذلك بوضع قرص داخل التليسكوب يخفى الضوء الصادر من قرص الشمس. ويُذيّل الصور تاريخ وميعاد التقاط الصورة (***ESA / NASA***)



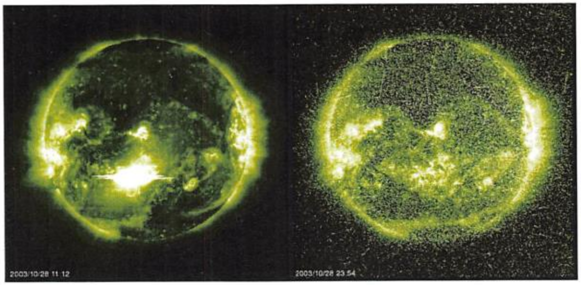
فى حال إذا ما اتجهت إحدى العواصف الشمسية تجاه الأرض، فسوف يقابل الغاز المنبعث، والمجال المغناطيسى المصاحب لها؛ بطبقة "الماجنتوسفير" المحيطة بالأرض. ومن حسن الحظ فإن هذه الطبقة تعمل كأنها واقواق غير مرئى يحمينا من الجزئيات الخطرة الضارة بنا والمنبعثة من الشمس. (*S.Hill / ESA / NASA*).

الجزئيات المنهمرة من الشمس (المطر الشمسى)

أحيانا تنطلق من الانفجارات الشمسية كميات ضخمة من الجزئيات المشحونة، التى تنطلق بسرعة كبيرة تقارب سرعة الضوء، وتسمى هذه الانبعاثات "المطر الشمسى" (***Particle showers***). مثل هذه الجزئيات المنهمرة تتكون فى الأساس من "البروتونات"(*) (***Protons***). وتحتاج هذه الجزئيات إلى أقل من ساعة للوصول إلى الأرض. هذه البروتونات تحمل طاقة عالية جدا، وتستطيع أن تخترق أجسام الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية، ومن ثم يمكنها إفساد الأجهزة الكهربية فيها. وتستطيع أيضًا إفساد الصور والمعلومات العلمية التى ترسلها المراصد الشمسية الفضائية. ويمكن مقارنة الصور فى أعلى الصفحة لرؤية تأثير هذه الجزئيات على الكاميرات. ويقال: إن هذه الجزئيات تسبب العمى للكاميرات الرقمية* وتحتوى الصور الناتجة منها ضوضاء (***noise***) عالية الشدة.

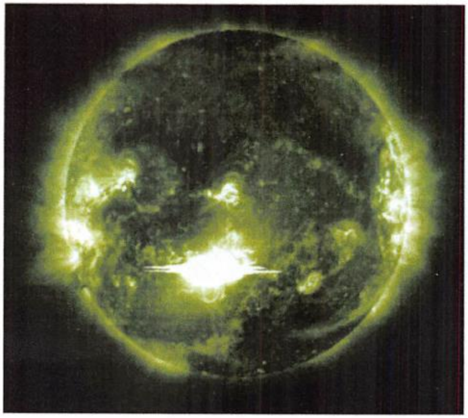
وحدث بالفعل أن كثيرا من الأقمار الصناعية أصيبت وتضررت من هذه العواصف البروتونية المنهمرة القادمة من الشمس، ويمكن لهذا المطر الجزيئى أن يؤذى رواد الفضاء. أما على الأرض فمن حسن الحظ أننا محميون جيدا من مثل هذا المطر الجزيئى العاصف القادم من الشمس. وسبب ذلك – كما سبق الذكر – هو وجود طبقة الماجنتوسفير (***Magnetosphere***)، وكذلك طبقة الأيونوسفير (***ionosphere***) اللتان تقومان بحجب هذه الجزئيات ومنعها من الوصول إلى سطح الأرض.

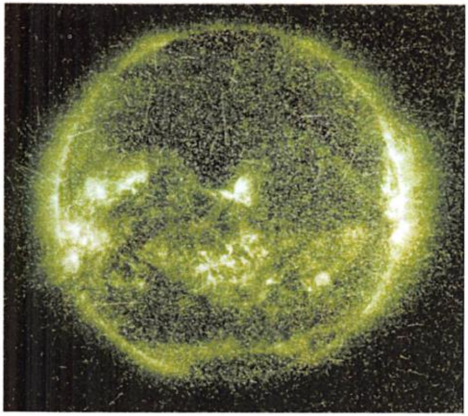
(*) البروتون، مفرد بروتونات، وهو الجسيم الأصغر المكون لكتلة الذرات، ويحمل شحنة كهربية موجبة. وجميع ذرات العناصر المعروفة تحوى بروتونات فى نواتها يختلف عددها باختلاف العنصر – " المترجم".

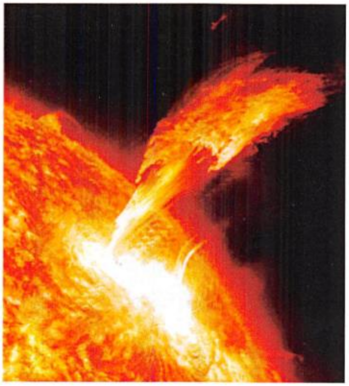


الصورة على اليسار تبين انفجارًا قويا فى المنطقة المضيئة على قرص الشمس. وفى بعض الأحيان تتحرر كمية ضخمة من الجزئيات (الغازات) ذات الطاقة العالية وتتجه إلى الأرض. وفى الصورة على اليمين نرى تأثير هذه الجزئيات على جودة الصورة، ففيها نلاحظ تكون ضوضاء كثيرة يمثلها النقاط والخطوط البيضاء. (***SOHO / ESA/ NASA***).

الصورة تبين وهجًا شمسيا قويا سجلها "المرصد الفضائى الشمسى" (***SDO***) يوم ٧ مارس عام ٢٠١١. وقد اعتقد العلماء السابقون أن المطر الجزيئى الشمسى ينبعث فقط من التوهجات الشمسية، لكن علماء اليوم يعلمون أن هذا المطر الجزيئى ينتج أيضًا من "كتل من قذائف الكرونا" (***CME***) (***SDO / NASA***)

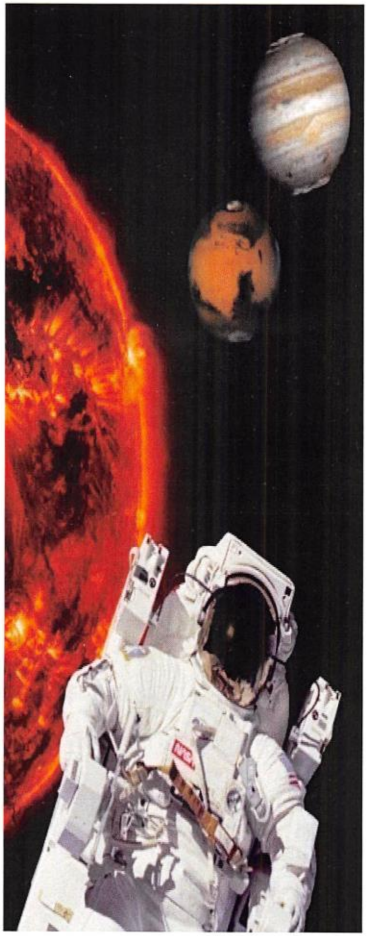






سحابة ضخمة من الغاز ويصاحبها مجال مغناطيسى منبعث من الشمس من أماكن الانفجارات فى الطقس الشمسى (*ESA / NASA*).

العواصف الشمسية تسبب التوهج عند أقطاب الكواكب، ويمكنها أن تصيب رواد الفضاء بالضرر والأذى (***NASA***).



الشفق القطبى والطقس الفضائى

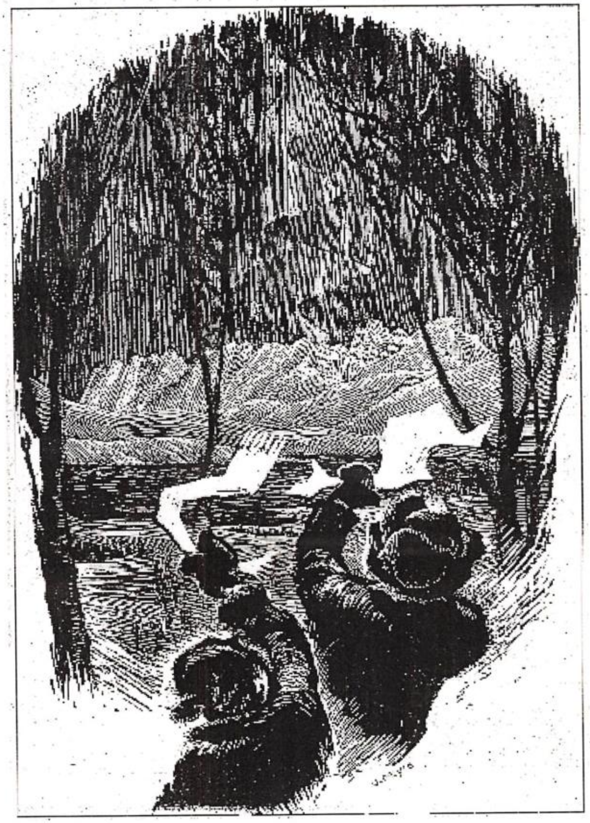
الشفق القطبى – غرائب وخرافات

فى الماضى فى العصور السابقة كان الناس يعتقدون بأن ضوء "الشفق القطبى" إنذار عن عقاب إلهى. وكان بعض آخر يعتقد أنه إنذار حرب على الأبواب، أو طاعون، وغالبا ما يأخذون الأطفال لمشاهدة الشفق ونوره الساطع. ولقد ترك ضوء الشفق القطبى آثارًا عميقة فى الثقافة الإسكندنافية حتى القرون الحالية.

لقد سمى "الشفق القطبى" بأسماء عدة عبر التاريخ. أما الاسم العلمى له فهو "أرورا بوريليس" (***Aurora Borealis***)، والاسم من أصل لاتينى ويعنى "الفجر الأحمر الشمالى" ***The red dawn of the North***). لكن لماذا أطلق عليه هذا الاسم "الأحمر" رغما عن أن لون ضوئه يكون "أخضر" فى معظم الحالات؟ السبب يرجع إلى أن أول من سماه هو العالم الإيطالى "جاليليو جاليلى" لأنه رآه كذلك، ففى المناطق الجنوبية، مثل تلك التى عاش فيها "جاليليو"؛ كان ضوء الشمال يتلون باللون الأحمر. واليوم نعرف أن "الشفق القطبى"، أو نور الشمال، يمكن أن يُرى فى مناطق جنوبية مثل إيطاليا حيث عاش جاليليو، ولكن هذا يحدث فقط عندما يكون التوهج الشمسى أو العاصفة الشمسية بالغة القوة والشدة.

نحت على الخشب (**_Wooden Carving_**) نقشه المستكشف النرويجى "فريتيوف نانس" (**_Fritjof Nansen_** (**_F.Nansen_**).

صورة يظهر فيها الشفق القطبى فى سماء "بحيرة الدب" (**_Bear Lake_**) فى ولاية ألاسكا الأمريكية (**_US Air Force_**).



فى العصور القديمة كان بعض الناس يعتقدون فى أنهم لو لوحوا بقطعة من القماش الأبيض، فإن "الشفق القطبى" سوف يصبح أشد قوة (***Ulf Dreyer***).

"فجر العلوم: كريستيان بيركلاند"

قيل الكثير من الحكايات، ووضعت مئات النظريات لتفسير ظاهرة "نور الشمال" أو "الشفق القطبى"، ولكن لا أحد من هذه النظريات ربط بين الظاهرة والشمس.

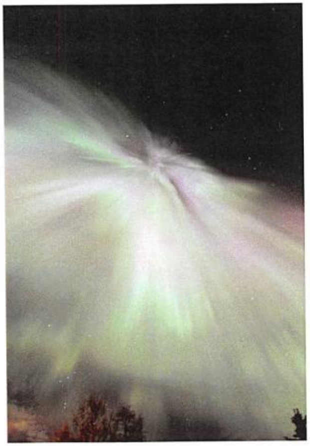
لقد كان الباحث النرويجى المتميز "كريستيان بيركلاند" (١٨٦٧-١٩١٧) (***Kristian Birkeland***) هو أول من أثبت، ولأول مرة، أن الجزئيات المنبعثة من الشمس يمكنها أن تكون المولدة للشفق القطبى.

لقد قام بتصميم "مجسم صغير للأرض" (***Terella***)(*)، ووضعه فى صندوق زجاجى يحيط به مجال مغناطيسى قوى، وهكذا أوضح للمرة الأولى أن الجزيئات المشحونة القادمة من الشمس هى المسببة للنور الذى يظهر عند القطب الشمالى، وأن مثل هذا التأثير سوف يظهر أيضًا فى منطقة القطب الجنوبى. لهذا فإن الأصح أن نطلق عليه "ضوء القطب" (***Polar Light***). نظرية "بيركلاند" هذه، لم نستطع إثباتها قبل إطلاق الصواريخ والأقمار الصناعية إلى الفضاء، وكان هذا بعد ستين سنة تقريبًا.

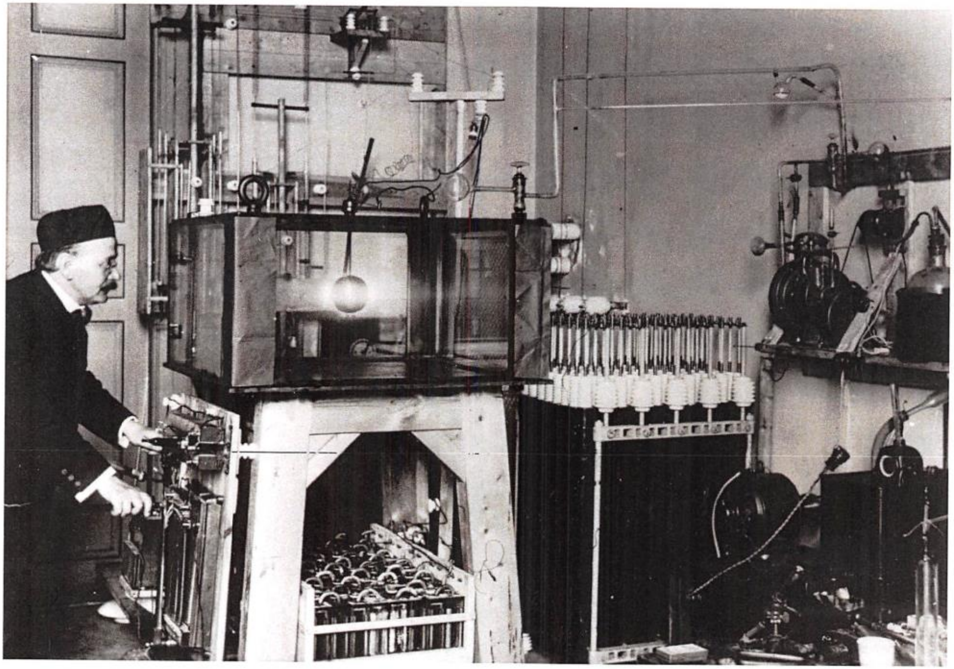
لقد نال "بيركلاند" شرف أن يكون الأول الذى فهم ووضح أن روابط فيزيقية تربط بين الأرض والشمس.

(*) تيرلا" (***Terella***) هى كلمة لاتينية وتعنى "الأرض الصغيرة"، أو مجسم الأرض، وأُطلق اسم "تجربة تيرلا" – ***Terella Experiment***)، على تجربة "بيركلاند" التى صنع فيها مجسمًا للأرض – " المترجم".

وجها الورقة النقدية النرويجية المساوية لمائتى كرونة نرويجية، وقد رسم عليها صورة لـــ "بيركلاند" تخليدا لذكراه على أحد جوانب الورقة، وفى الجانب الآخر صورة للمجموعة النجمية "مركبة شارل، والنجم القطبى، والشفق القطبى، وكان ذلك بعضا من بحوث بيركلاند" (***The Norwegian National Bank***).



صورة مدهشة جميلة لضوء الشمال، كانت نتيجة لنشاط شمسى قوى. وتبدو وكأنها سجادة جميلة نسجت بدقة. والتقطت الصورة من منطقة جنوب العاصمة أوسلو فى ٨ نوفمبر عام ٢٠٠٤. (***A.Danielsen***)



الفيزيائى النرويجى "كريستيان بيركلاند" فى معمله الذى أجرى فيه تجربته، وفى الصورة يبدو بيركلاند أمام مجسم الأرض (***Terella***)، وهو عبارة عن كرة معدنية موضوعية فى صندوق من الزجاج المفرغ من الهواء يمثل الفضاء. وعندما أطلق سيل من الجزئيات المشحونة على الكرة، بدأت المناطق القطبية فى اللمعان. (جامعة أوسلو – ***Uio***).

كيف يتولد الشفق القطبي؟

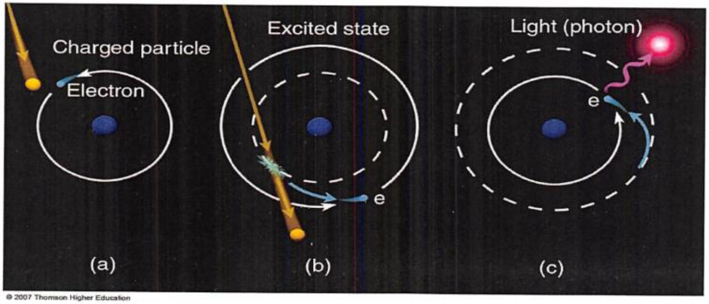
يتولد ضوء الشمال، أو الشفق القطبى، عندما تصطدم سحابات الغاز المنطلقة من الشمس بالمجال المغناطيسى الأرضي(*). يؤدى هذا التصادم إلى تصادم الجزئيات التى تستطيع اختراق "الشرنقة المغناطيسية" (**Cocoon**) مع طبقات الجو المحيط بالأرض. وتحت تأثير المجال المغناطيسى الأرضى تتجه هذه الجزئيات إلى مناطق تسمى مناطق الضوء القطبى، أو منطقة الشفق القطبى، أو المنطقة "الإهليلية" (البيضاوية). هذه المناطق على الأرض هى التى يظهر فيها الشفق بصفة متكررة، وبأعلى شدة، وذلك عندما تتصادم الجزئيات المشحونة، المنبعثة من الشمس؛ مع طبقات الجو الأرضى المكونة من الأوكسجين والنيتروجين. هذه التصادمات تحدث على ارتفاع ما بين ٨٠-٣٠٠ كيلومتر عن سطح الأرض، وفيها تنقل الطاقة من جزئيات الشمس إلى ذرات الأوكسجين والنيتروجين، التى بدورها تشع الضوء الذى نراه. والنتيجة هذا التألق المدهش الجميل من الألوان الخضراء (فى الغالب) والحمراء والبيضاء والزرقاء والذهبية التى نراها فى السماء. أما كيفية حدوث هذا الكرنفال اللونى الجميل، فهى تشابه كثيرا ما يحدث فى أنابيب الضوء "النيون"، وكذلك شاشات التليفزيون القديم(**).

غالبا ما يرى ضوء الشفق القطبى فى أقصى شمال الكرة الأرضية فى مناطق مثل: ألاسكا، وشمال كندا، وشمال إسكندنافيا على سبيل المثال. لكن وفى بعض الأحيان، وبعد عاصفة شمسية قوية يمكن ظهوره ورؤيته فى مناطق جنوبية مثل إسبانيا وإيطاليا، وحتى فلوريدا فى الولايات المتحدة الأمريكية. وبالمثل فإن "شفق القطب الجنوبى" يمكن مشاهدته فى منطقة القطب الجنوبى للأرض.

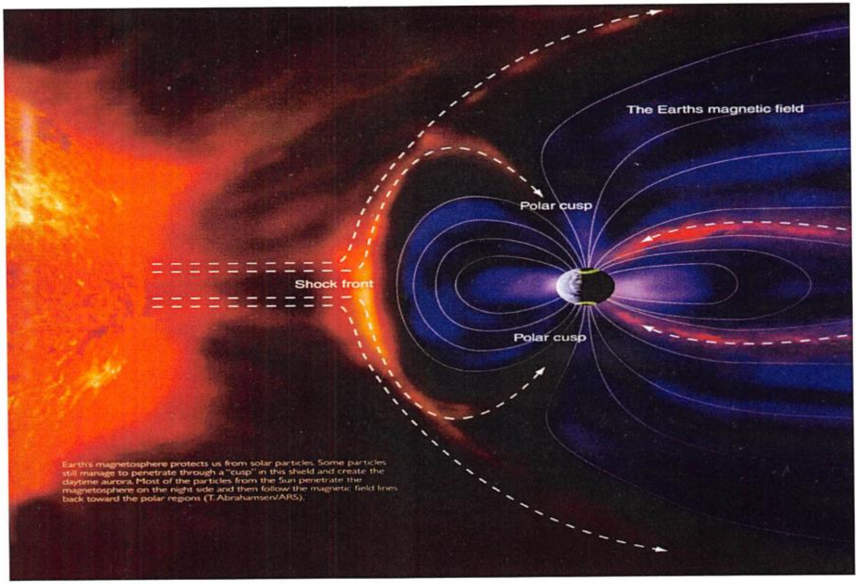
(*) من المعلوم أن قلب الكرة الأرضية مكون من الحديد والنيكل، ويعتقد أن ذلك هو سبب نشأة المجال المغناطيسى الذى يحيط بالأرض. وتسمى المنطقة التى يظهر فيها المجال المغناطيسى الأرضى بمنطقة "ماجنتوسفير"، أو طبقة "الماجنتوسفير". وتتأثر هذه المنطقة بالتيارات المغناطيسية المنبعثة من الشمس وبذلك تتخذ الشكل المعروف لشرنقة دودة الحرير، "كوكون" (**Cocoon**)، انظر الرسم – " المترجم".

(**) شاشة التليفزيون القديم تسمى "أنبوبة أشعة الكاثود". وفيها تغطى الشاشة من الداخل بطبقة حساسة تتأثر بالسيل الإلكتروني، ويولدها التيار الكهربي، ونتيجة لذلك تتوهج على حسب الشدة وتعطى لنا الصورة– " المترجم".

يحدث "ضوء الشمال"، أو الشفق القطبي؛ عندما تدخل جزئيات مشحونة من الرياح الشمسية فى المجال الجوى الأرضى، ونتيجة للمجال المغناطيسى الأرضى تتوجه نحو مناطق القطبين، وعند القطبين تصطدم بذرات الغلاف الجوى (***ARS***).



الجزئيات القادمة من الرياح الشمسية تتصادم مع ذرات غازات الغلاف الجوى، وبذلك تنتقل الطاقة إليها حيث يثار إلكتروناتها وتنتقل إلى مدارات أعلى فى الطاقة، وبسرعة تعود إلى مداراتها الأصلية وتشع الطاقة التى امتصتها فى صورة ضوء. (***T.Abrahamsen/ ARS***)



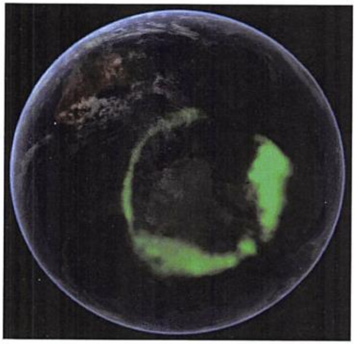
جبهة الصدمة: ***Shock Front*** ، القرن القطبي: ***Polar Cusp*** (القرن هو الجزء المدقوق من القطب، أو المضغوط كقرن الهلال)، القُرْنَة: قرنة المنحنى، الطرف المدقوق منه. المجال المغناطيسى الأرضي: ***The Earths magnetic***

طبقة المجال المغناطيسى الأرضى هى التى تحمينا من الرياح الشمسية المحملة بالجزئيات المشحونة المؤذية. وبعض هذه الجزئيات تستطيع اختراق المجال وتوجه إلى "القرن القطبى"، أو "القرنة القطبية" (***Polar Cusp***) فى هذا الدرع الواقى وتُولّد ما يعرف بالشفق القطبى "أرورا" (***aurora***). ومعظم الجزئيات المنبعثة من الشمس؛ التى تستطيع النفاذ من طبقة الطقس المغناطيسى للأرض؛ تأتى فى جانب الأرض الليلى، وبعد ذلك تتبع المجال المغناطيسى إلى المناطق القطبية (***T.Abrahamsen/ ARS***).

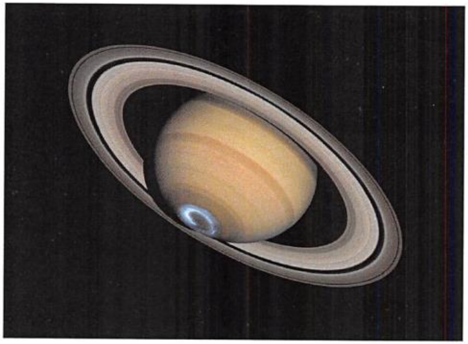
الشفق القطبى فى الكواكب الأخرى

هل الأرض هى الكوكب الوحيد الذى نرى فى سمائه تلك الظاهرة الضوئية الرائعة؟ والإجابة هى: لا. الحقيقة أن كثيرا من الكواكب الأخرى التى نرى فيها الشفق عند القطبين. لقد رُصدت الظاهرة فى كلا من المشترى، وزحل، وأورانوس، ونبتون. وكل هذه الكواكب ضخمة، ومكونة من غاز، ولها غلاف جوى ومجال مغناطيسى.

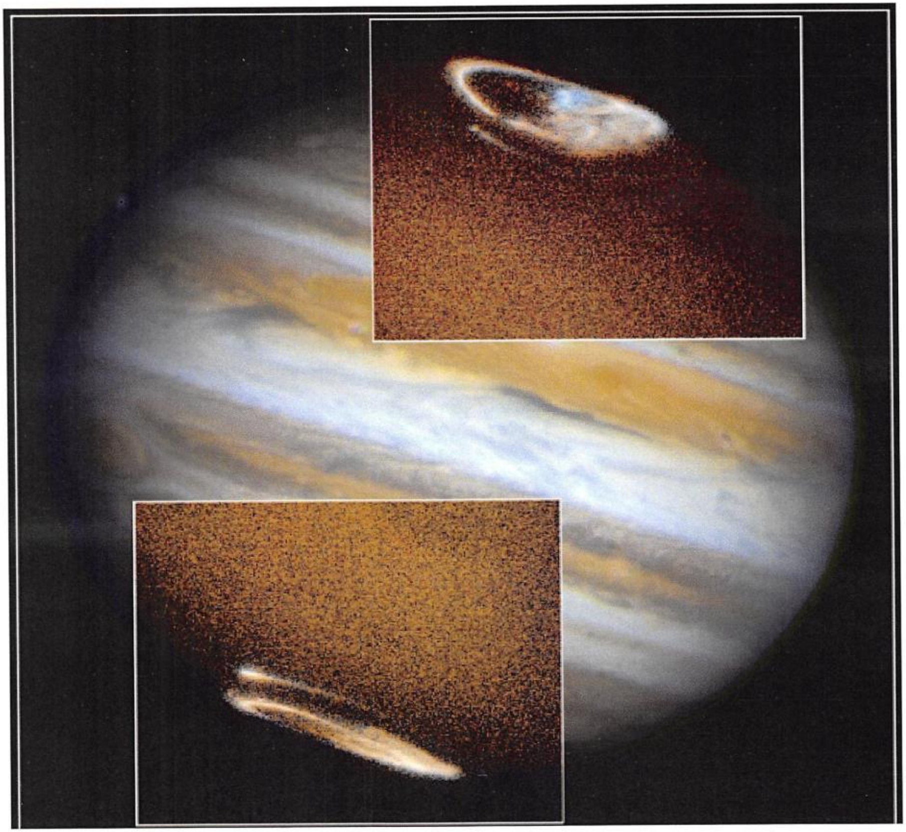
ظاهرة الشفق القطبى فى الكواكب الأخرى سببها هو نفس السبب لمثيله على الأرض – أى الرياح والعواصف الشمسية المنبعثة من الشمس هى التى تثير وتشوش على المجال المغناطيسى، وهى التى تدفع بالجزئيات بحيث تتوهج كما لو أنها أنبوبة نيون عملاقة. وباستخدام الأقمار الصناعية لرصد الكواكب الأخرى، لاحظنا أن ظاهرة الشفق القطبى تشبه كثيرا ما يحدث على الأرض.



الشفق القطبي عند القطب الجنوبي من الكرة الأرضية . وأخذت الصورة بواسطة قمر صناعى للقارة الجنوبية " أنتاركتيكا " (***Antarctica***).



الشفق القطبي فى كوكب زحل، والتقط الصورة التليسكوب الفضائي "هابل" (***Hubble***) (***NASA***).



لوحظ أيضًا الشفق القطبى عند أقطاب المشترى. وصورت الصورة من التليسكوب الفضائى "هابل" (**Hubble**) (**NASA**).

الطقس الفضائي

هل علمت أن من الممكن أن تثور عاصفة فى الشمس؟ وأنها تسبب كثيرا من سوء الأحوال الجوية فى الفضاء؟ وأن أذاها يمكن أن يصل إلى الأرض؟

إلى جانب إنتاج الشفق القطبى الجميل، فهناك بعض التأثيرات المؤذية لمثل هذه العواصف الشمسية. إن حدوث ظاهرة الشفق القطبى لهى دليل على أن حوادث كبيرة تحدث فى طقس الأرض، ففى المنطقة القطبية تتولد طاقة كهربية تبلغ حوالى ١٥٠٠ جيجا وات(*). هذه الطاقة الكهربية تساوى تقريبًا ضعف كمية الطاقة التى تنتجها كل القارة الأوروبية!

أثناء الانفجارات الشمسية القوية، تنطلق من الشمس كميات ضخمة من الإشعاع والجزئيات المشحونة والغاز، فى الفضاء. وفى بعض الأحيان تكون هذه الإشعاعات متجهة ناحية الأرض. ولقد ذكرنا أنه من حسن حظ الأرض أن لها درعًا واقيًا من معظم هذه الجزئيات والإشعاع الضار.

الغلاف الجوى يمنع الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية من النفاذ، بينما تقوم طبقة "المجناتوسفير" بحرف وتغيير مسار الغاز والجزئيات؛ بحيث تسير حول الدرع الواقى ولا تخترقه.

ويسمى العلماء تأثيرات الشمس على الأرض بــ "الطقس الفضائى" (***space weather***)، ويضعون نشرة جوية للفضاء، وتسمى "النشرة الجوية الفضائية" (***Space weather forecasting***).

من الممكن أن تؤذى الرياح الشمسية رواد الفضاء والأجهزة الإلكترونية والكهربية فى الفضاء (***NASA***).

(*) الجيجا هى ألف ميجا، والميجا هى مليون، ويكون الجيجا وات ألف مليون وات، والوات (***Watt***) هو وحدة تقدير القوة الناتجة من التيار الكهربى – " المترجم".

تتعرض الأقمار الصناعية لعواصف من الجزيئات المشحونة كهربيا (***Hail storm***) فى الطقس الفضائى، وذلك عندما تقذف الشمس جزئيات ذات طاقة عالية؛ تستطيع أن تخترق الأجهزة الإلكترونية التى تحملها الأقمار. وربما تكون "المظلة الفضائية" (***space umbrella***) فكرة جيدة لحماية الأقمار الصناعية (***T.Abrahamsen/ ARS***).

"الطقس الفضائى وأضراره للمجتمعات الحديثة"

منذ مئة عام مضت، كان من الممكن أن تمر العواصف الشمسية دون أن نحس بها، لكن اليوم يوجد أكثر من ألف قمر صناعى يعمل فى الفضاء، وحضارتنا تحتاج إلى عمل هذه الأقمار بشكل دائم. فنحن نستخدم الأقمار الصناعية لكثير من الأغراض، مثل إعداد النشرات الجوية، والاتصالات اللاسلكية بأنواعها، والإرشاد الملاحى البحرى والجوى، ورسم الخرائط الأرضية، وعملية البحث والنفاذ، والبحوث العلمية، والأنظمة الدفاعية العسكرية.

لذلك فإن فقد أحد الأقمار الصناعية، أو الإشارات الصادرة منه، من الممكن أن تكون لها نتائج كارثية، وبالتأكيد سوف يتعاظم هذا الأمر فى المستقبل لزيادة اعتمادنا عليها.

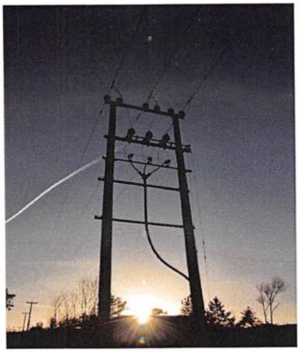
تؤثر العواصف الشمسية بشدة أيضًا، على أنظمة الملاحة الجوية والاتصالات اللاسلكية الرادوية(*). ففى بعض الأحيان – مثلا– تفقد طائرة ركاب تطير فوق المناطق القطبية الاتصالات مع "غرفة التحكم" أو "برج المراقبة". وأحيانا أخرى من الممكن أن تتوقف التليفونات التى تعمل عن طريق الأقمار الصناعية عن العمل. وفى الواقع فإن العواصف الشمسية، فى بعض الأحيان، يمكن أن تعصف بالشبكة الكهربية للمدن.

ولكن من حسن الحظ فلقد استطعنا إرسال أقمار صناعية حديثة يمكنها تزويدها بمعارف جديدة عن الشمس ونشاطها. ومن هذه الأقمار ما يراقب الشمس بدقة على مدار الساعة ليلاً ونهارًا، ولذلك فإننا نستطيع الآن الإنذار عن حدوث العواصف الشمسية، ومعرفة إذا ما كانت متجهة إلى ناحية الأرض، أو تتشتت فى اتجاه الفضاء. وهكذا يمكننا إعداد "نشرة جوية فضائية" تماما كما نرسل "نشرة جوية أرضية".

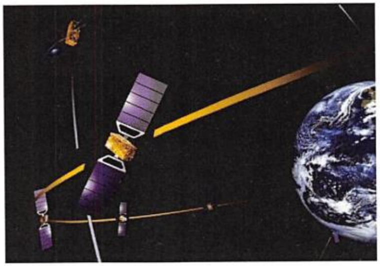
ومن المفيد أيضًا أن نعلم أن طائر "الحمام"، وبعض الطيور الأخرى تتأثر بالعواصف الشمسية. نعم، إن لهذه الطيور ما يشبه "البوصلة" (***Compass***) داخل مخها، وهى إذا تستخدم "المجال المغناطيسى الأرضى" كوسيلة من إحدى وسائل الإرشاد الملاحى أثناء طيرانها. وأثناء العاصفة الشمسية يمكننا أن نتوقع أن تتأثر بها عندما يتغير المجال المغناطيسى الأرضى، وذلك لأن "البوصلة" سوف ترشدها إلى اتجاه خاطئ.

(*) الاتصالات الرادوية هى وسائل اتصال تستخدم فيها الموجات الكهرومغناطيسية (الرادوية) فى حمل رسائلها، وهى المستخدمة فى الإرسال الإذاعى والتليفزيونى والأقمار الصناعية والتليفونات– " المترجم".

وكذلك فإنه أثناء العواصف الشمسية القوية فإننا لا نستطيع إعداد نشرات جوية جيدة، أو نفقد الإرسال التلفيزيونى، أو ينقطع التيار الكهربى، أو تتوقف أنظمة الإرشاد الملاحى عن العمل.



الانبعاثات الصادرة من الشمس، أثناء العواصف الشمسية؛ يمكنها إيذاء شبكات الكهرباء على الأرض، وذلك لأنها تولد تيارات كهربية قوية تسرى فى أسلاك الشبكة، وذلك عندما تهز بشدة المجال المغناطيسى الأرضى. (***P.Brekke***).



أنظمة الإرشاد الملاحى مثل نظام "جى بى إس" (***GPS***)، أو نظام "جاليليو"؛ تتأثر بالعواصف الشمسية (***ESA***).

يمكن للعواصف الشمسية التأثير على مجتمعاتنا التى أصبحت تعتمد على "التقنيات الحديثة" بشكل متزايد، وبوسائل مختلفة. لقد أصبحنا نعتمد على تقنيات الأقمار الصناعية بصورة متزايدة، وأصبحت هذه التقنيات مكوناً أساسيا فى نسيج حياتنا اليومية (***T.Abrahamsen/ ARS***) .

أشكال تأثير العواصف الشمسية على التقنيات الحديثة:

الشفق القطبي؛ والتأثير على الطقس.	***Northern lights and Atmospheric effects***
إشعاع الجزئيات	***Particle Radiation***
الإشعاع الخطر على رواد الفضاء	***Radiation Hazards for Humans in space.***
إعطاب أو تعطيل "الألواح الشمسية"، والأجهزة الإلكترونية.	***Damages to solar panels and electronics***
توليد تيارات كهربية فى طبقة "الأيونوسفير"	***Currents in the ionosphere***
زيادة الإشعاع داخل الطائرات	***Increased Radiation inside airplanes***
إضعاف التواصل بالموجات الرادوية وإشارات الملاحة الجوية.	***Degraded Radio communication and navigation signals***
زيادة قوى الاحتكاك فى طبقات الغلاف الجوي	***Increased Friction in the atmosphere***
التأثير على الحمام بالتأثير على قدرتها فى تحديد اتجاهات الملاحة.	***Affects on Pigeons ability to navigate***
توليد تيارات كهربية تزيد من حرارة شبكة التيار الكهربى وإفسادها.	***Induced Currents in Power lines***
التشويش والتداخل مع إشارات التليفون والإنترنت.	***Disruption of phone and data signals***
زيادة التآكل فى خطوط أنابيب التوصيل الأرضية.	***In Creased Corrosion in Pipeline***
التأثير على البوصلات	***Affects Compasses***
الماكينات الأوتوماتيكية والخدمات البنكية تعتمد على إشارات الأقمار الصناعية.	***ATM and Bank Services depends on satellite signals***

الطقس الفضائى يمكنه إيذاء رواد الفضاء

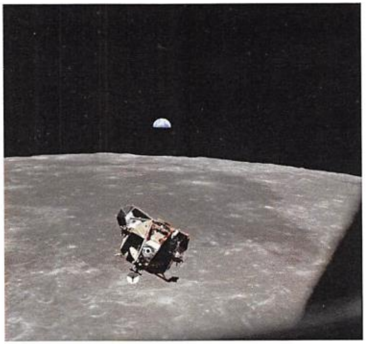
عندما تنهمر الجزئيات ذات الطاقة العالية من الشمس، فإن ذلك يؤذى الإنسان الموجود فى الفضاء. هذه الجسيمات تستطيع اختراق جدران المركبة الفضائية، وتسبب إصابات إشعاعية للبشر، وتشابه فى تأثيرها تأثير المواد المشعة المعروفة. وعلى الرغم من أن المجال المغناطيسى الأرضى يحمى الرواد جزئيا، وهم فى داخل المحطات والمركبات الفضائية، فإنهم أثناء العاصفة الشمسية، تزيد جرعة الإشعاع لدرجة تسبب إصابتهم بالأمراض. وفى عام ٢٠٠٦ قارب رائد الفضاء السويدى "كريستر فوجلا سنج" (***Christer Fuglesang***) من الإحساس بالعاصفة الشمسية.

فى الواقع فإن العواصف الشمسية تصيبنا فى الرحلات الفضائية للقمر والمريخ، وذلك عندما نغادر طبقات المجال المغناطيسى الأرضى الواقية. هذه العواصف يمكن أن تكون قاتلة، حتى لو كان الرواد داخل المركبة الفضائية. فقد كان حسن الحظ وحده، هو الذى حمى رحلات "أبولو" من الإصابة بالإشعاع وكان ذلك فى السبعينيات من القرن الماضى. وبالتحديد فى عام ١٩٧٢ رُصدت عاصفة شمسية شديدة القوة بين الرحلتين "أبولو ١٦" و "أبولو ١٧"، وكان من الممكن أن يتعرض الرواد لجرعة قاتلة من الإشعاع.

مثل هذه العواصف الشمسية الخطرة سوف تمثل عائقا للرحلات الفضائية المستقبلية إلى المريخ (***Mars***)، وذلك لأن الرحلة تستغرق ثلاث سنوات(*) ذهابا وعودة، ولهذا فعلى الباحثين أن يجدوا طريقة لحماية الرواد بها. وتجرى البحوث الآن لإيجاد مواد جديدة تبنى منها المركبة الفضائية، بحيث تستطيع حماية الرواد بدرجة أفضل. ومثل هذه المواد تختبر الآن فى معامل وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" (***NASA***).

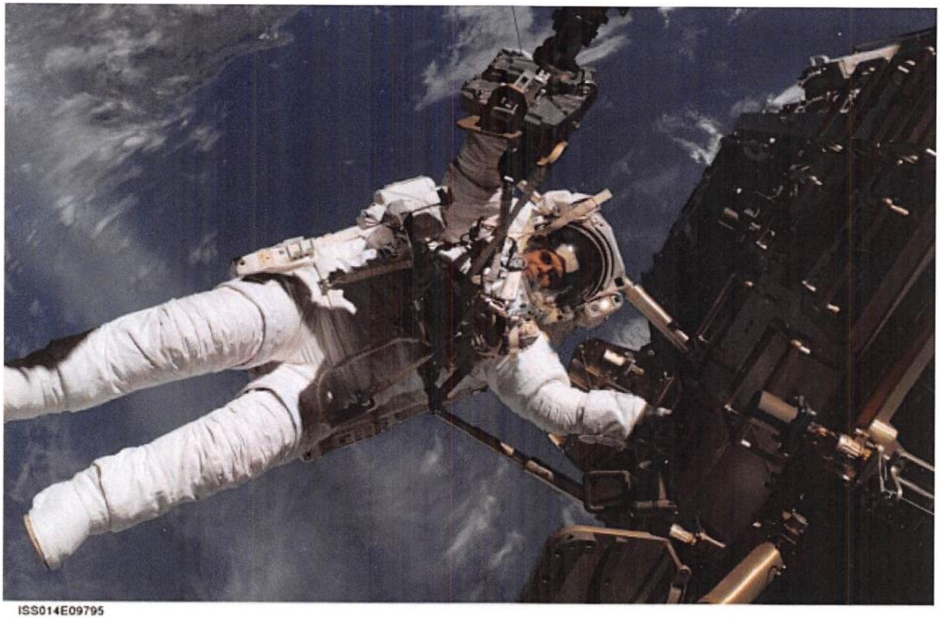
ويوجد أسلوب تفكير آخر للحماية، وهو أن نخلق مجالاً مغناطيسيا يحيط بالمركبة ويحميها من مثل هذا الطقس الفضائى القادم من الشمس.

(*) ثلاث سنوات فترة طويلة نسبيا، ولذا لا يمكن للعلماء توقع متى يحدث التوهج الشمسى ودرجة قوتها وطبيعة الإشعاعات الناتجة منها – " المترجم".



المركبة الفضائية القمرية "النسر" (***Eagle***) فى طريقها إلى غرفة التحكم "كولومبيا" (***Columbia***) أثناء الرحلة "أبولو ١١" (***NASA***).

رسم تصورى فيه نشاهد رائد فضاء قد هبط على سطح "المريخ" فى رحلة مستقبلية. ولأن الكوكب ليس له مجال مغناطيسى مثل الأرض يحميه من الإشعاع الشمسى، فإن الرواد يحتاجون إلى حماية جيدة صناعية تحميهم من العواصف الشمسية (***ESA***).



ISS014E09795

فى الصورة رائد الفضاء السويدى "كريستر فوجلا سانج" وهو يسبح فى الفضاء خارج "المحطة الفضائية العالمية" (***International space station***) (***ISS***)، أثناء سباحته فى الفضاء تعرض لكمية قليلة من الإشعاع الشمسى (***NASA***).

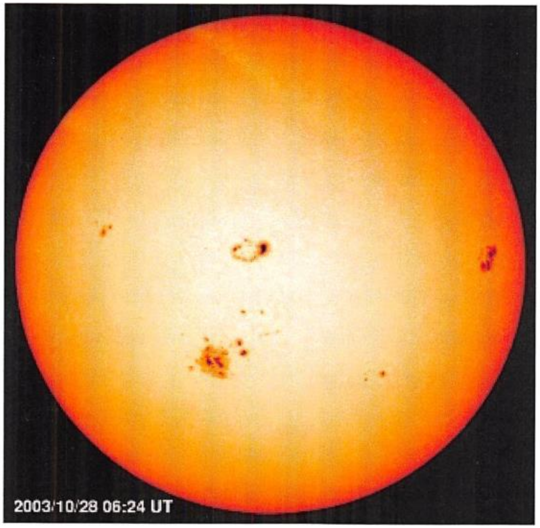
عندما تصبح الشمس شديدة العنف

فى خريف عام ٢٠٠٣ أصبحت الشمس فى دائرة اهتمام العالم كله. فقد شوهدت ورصدت ثلاث بقع شمسية ضخمة فى نفس الوقت، وشاهدنا ثلاث عواصف شمسية سجلت رقمًا قياسيا من حيث القوة والشدة؛ على مدى أربعة عشر يوما، وكان من بينها أعظم انفجار تم رصده فى العصر الحديث، فيه انبعثت سحابة غازية من الشمس بسرعة هائلة وصلت إلى ٨,٣ مليون كيلومتر فى الساعة.

إحدى هذه العواصف أخذت طريقها إلى الأرض، وأعطت شرارة البدء لتكون شفق قطبيا تم رصده فى الشمال وحتى إسبانيا وفلوريدا جنوبا. والآن نحن نعلم أنه كلما كانت العاصفة الشمسية قوية، تمدد الشفق القطبى اتساعا إلى الجنوب. وفى نفس الوقت كان للعاصفة الشمسية آثار كبيرة ضارة على مجتمعنا الإنسانى المعتمد بشكل كبير على وسائل التقنيات الحديثة.

يتولد مع الانفجارات الشمسية كميات هائلة من الجزئيات ذات الطاقة العالية، التى بدورها لها تأثير ضار على الإنسان فى الفضاء. لذا فإن رواد الفضاء الموجودين فى مركبة الفضاء "أى.إس.إس" (***ISS***) فى ذلك الحين، حاولوا اللجوء إلى جزء فى المركبة يكون له أكبر حماية، واختاروا المكان ذا الجدران الأكثر سمكا.

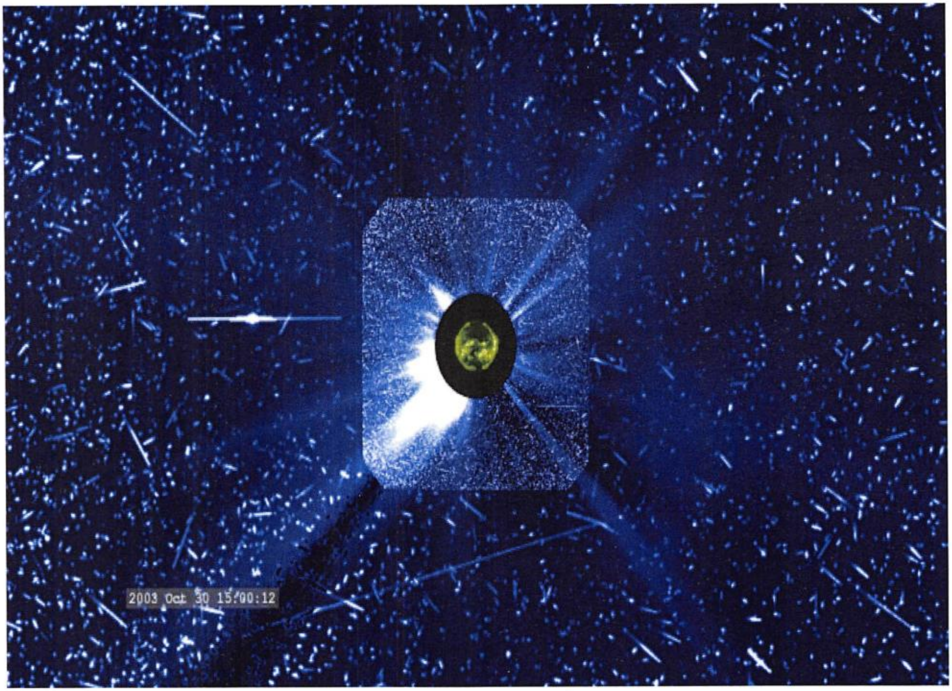
لقد حدثت حوادث كثيرة بسبب العواصف الشمسية، منها وقوع أحد الأقمار الصناعية اليابانية، وكذلك سقوط عشرات من الأقمار الصناعية الأخرى. ولقد عانى عدة آلاف من سكان جنوب السويد من انقطاع التيار الكهربى عنهم، واضطرت مراكز التحكم فى الطيران تغيير مسار العديد من الطائرات العابرة للأطلنطى للجنوب، تحاشيا لانقطاع التواصل اللاسلكى معهم. حتى متسلقو جبال الهيمالايا (***Himalaya***)، فى وقت العاصفة ؛ عانوا من مشاكل فى تليفوناتهم التى يتم الاتصال بها عن طريق الأقمار الصناعية. وما ذكر إلى هنا ما هو إلا غيض من فيض من المشاكل التى تسببت فيها العواصف الشمسية.



صورة للشمس صورت بواسطة المرصد الفضائى سوهو (***SOHO***) فى ٢٨ أكتوبر عام ٢٠٠٣. وكان من الممكن مشاهدة البقع الشمسية أثناءها بالعين المجردة، وذلك حين كانت الشمس منخفضة فى الأفق.

(ESA/ NASA) 2003/10/28 06:24 UT

U.T التى تظهر فى الصورة هى اختصار للكلمة الإنجليزية ***Universal Time***، أو "نظام التوقيت العالمى". ففى عام ١٨٨٤م قُبل خط الطول الافتراضى الذى يمر بحى جرينتش (***Greenwich***) فى مدينة لندن، حيث المرصد المعروف، بأن يكون خط البداية (خط الصفر) لتحديد الزمان والمكان على الكرة الأرضية. وقسمت الكرة الأرضية إلى ٢٥ منطقة زمانية يتوسطها خط جرنيتش، ويسمى هذا التقسيم "توقيت جرنيتش (***GMT***)، ويعرف الآن بـــ"التوقيت العالمى" (***U.T***) – " المترجم".



بعض الانفجارات الشمسية وقد التقطت الصورة أكتوبر ٢٠٠٣، حيث قذفت فيها كمية هائلة من الجزئيات ذات الطاقة العالية، والتى سببت الأذى لكثير من الأقمار الصناعية. ولقد أصيبت أيضًا الكاميرات الرقمية فى المرصد الشمسى "سوهو" (***SOHO***)، وهذه التأثيرات تظهر فى الأماكن البيضاء فى الصورة، وكذلك الخطوط والنقاط المضيئة البيضاء.

2003 Oct.30 15: 00:12 (التاريخ: السنة، الشهر، اليوم، الساعة، الدقيقة، الثانية).

الشمس والتغيرات المناخية على الأرض

فى الماضى مرت الأرض بتغيرات مناخية كبيرة، وعصور ثلجية، ففى الألفيتين الأخيرتين فقط رصدنا تغيرات كبيرة فى درجة الحرارة.

وعلى سبيل المثال كانت جزيرة "جرين لاند" (***Greenland***) القريبة من القطب الشمالي، أكثر حرارة منها اليوم، وقد استقر "الفايكينج"(*) على السهول الخضراء وزرعوا أرضها. وكانت الشمس فى تلك الفترة أكثر نشاطا، وإشعاعها وضوءها أقوى قليلا عنه اليوم. ومؤخرا أصبحت الشمس أقل نشاطا، وهبطت درجة الحرارة وانتشر الثلج إلى الجنوب فى اتجاه البحر. حينئذ تجمدت الخلجان واضطر من يسكنون هذه المناطق على مغادرة "جرين لاند".

وفى المائة العام الأخيرة، ساهم النشاط البشرى فى التأثير السلبى على المناخ، بسبب قطعهم الكثير من الأشجار وتغيير الحياة النباتية، وأيضًا بزيادة الإنتاج لكثير من الغازات الملوثة للبيئة. واليوم ينتابنا المزيد من الخوف على مستقبل التغيرات المناخية بسبب النشاط البشرى. هذا النشاط البشرى يأتى على قمة الأسباب المؤثرة على المناخ الطبيعى، لكن أيضًا تدخل التغيرات الحادثة فى الشمس من ضمن هذه الأسباب.

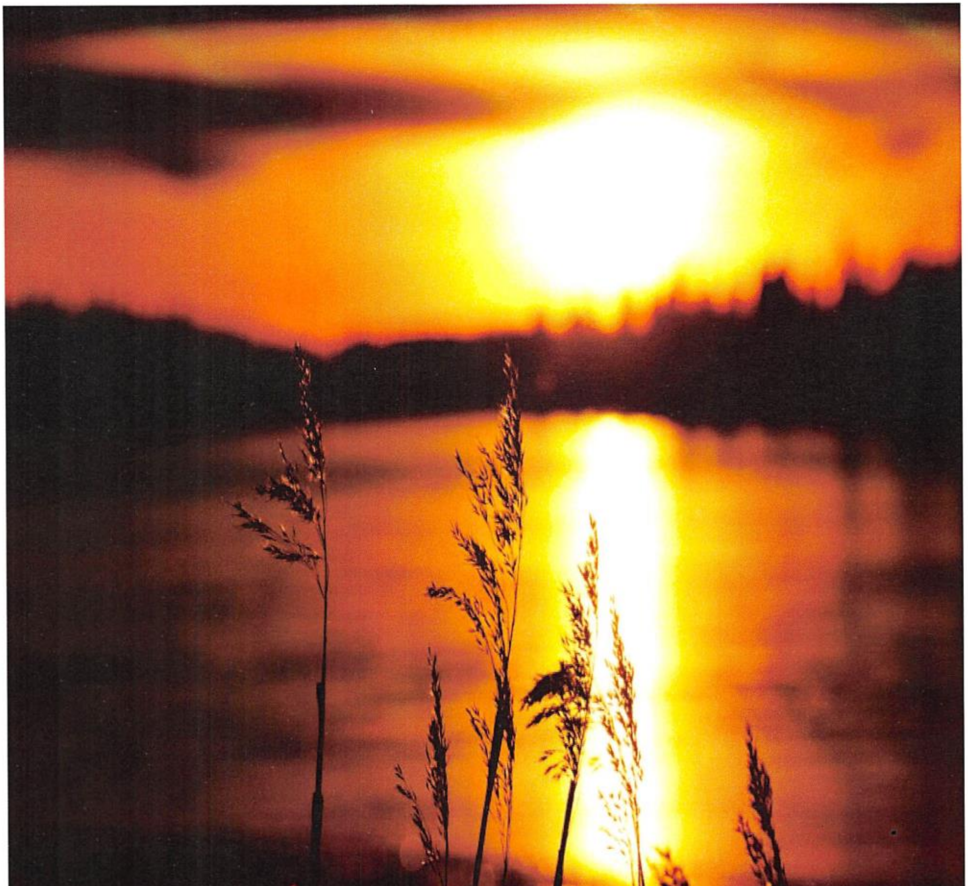
(*) "الفايكينج" (***Viking***) قوم عاشوا فى الفترة الزمنية ما بين بداية القرن التاسع، وبداية القرن الحادى عشر الميلادى فى إسكندنافيا (النرويج والسويد والدانمارك) وانطلقوا منها فى سفنهم المميزة والمتقدمة تقنيا بالنسبة لهذه الفترة التاريخية، إلى أرجاء أخرى من أوروبا وروسيا. واشتهروا بالقسوة والقرصنة، واستطاعوا السيطرة لعقود على أجزاء من أيرلندا وشمال إنجلترا، واستطاعوا غزو أجزاء كبيرة وسلب أهلها – " المترجم".

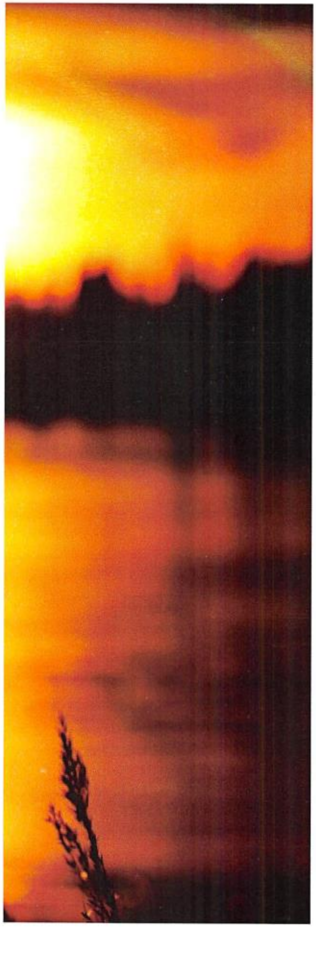
ولذلك فإنه من الأهمية بمكان أن نتعلم أكثر عن التغيرات المناخية، وعلاقتها بالطقس. ويجب أيضًا الاهتمام والتعرف على كيفية تأثير الشمس ونشاطها على درجات الحرارة على الأرض، وكيفية تغير النشاط الشمسى على مر الزمن. فلو تعلمنا عن التفاعلات والأحداث التى تحدث داخل الشمس فسوف يأتى اليوم الذى نستطيع فيه التنبؤ بالتغيرات المستقبلية. وستكون هذه المعرفة شديدة الأهمية لفهم حالة الطقس الأرضى المستقبلية.

البحوث العلمية تؤكد أن الشمس تساهم فى التغيرات المناخية أيضًا، خاصة لو عدنا إلى الوراء فى التاريخ فهناك ما يبين أن التغييرات فى النشاط الشمسى كانت من الأسباب المؤثرة المهمة. ولذلك فنحن نحتاج إلى المزيد من المعرفة عن التغييرات التى تمر بها الشمس.

(*Instituto de Astrofisica de Canarias*)

يتولد المزيد من الخوف من أن انبعاث الغازات الدفيئة سوف يؤدى إلى زيادة درجة حرارة الكرة الأرضية (***dreamstime.com***).





"الشمس والحياة على الأرض"

الغلاف الجوى الأرضي

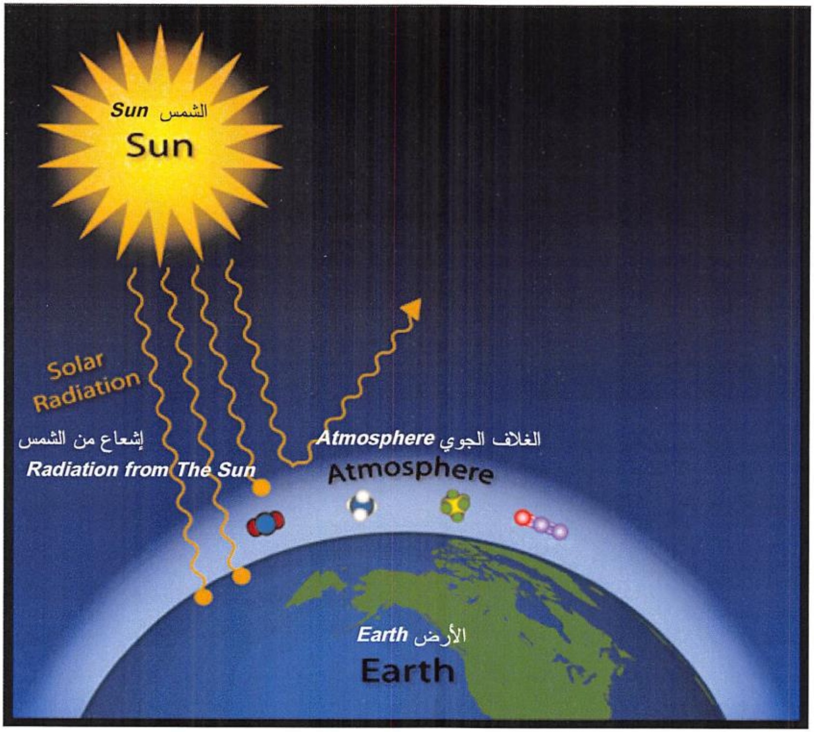
الغلاف الجوى المحيط بالأرض هو الذى يهيئ لنا إمكانية الحياة على الأرض. إنه يحجب الجزء المضر من الإشعاع الشمسى من الوصول إلى الأرض. فى نفس الوقت فإن تركيبته المدهشة الذكية تجعله يسمح بنفاذ كمية مناسبة من طاقة الشمس، ويحفظها من أن ترتد وتتشتت مرة أخرى فى الفضاء. وهكذا، فكأنه يعمل كغطاء يحفظ لنا حرارة مناسبة نهارًا وليلاً. مثل هذا التأثير يسمى "تأثير البيت الزجاجى"، أو "تأثير البيت الأخضر" (***Greenhouse Effect***).

والسبب فى قدرة الأرض على الاحتفاظ بغلافها الجوى فى مكانه دون أن يتبعثر أو يتشتت فى الفضاء هو الجاذبية الأرضية. والغلاف الجوى يحتوى على الهواء الذى نتنفس منه (وهى الطبقة الأقرب إلينا)، وفيه أيضًا طبقة من الغاز تسمى طبقة الأوزون (***Ozone Layer***)، وهو نوع خاص من الأوكسجين[*]. هذه الطبقة من الأوزون هى التى تقوم بحمايتنا من الأشعة فوق البنفسجية (***uv***) الضارة القادمة من الشمس. وفى الحقيقة فإن الإشعاع الشمسى هو السبب فى تكوّن هذه الطبقة الضرورية لاستمرار حياتنا على الأرض.

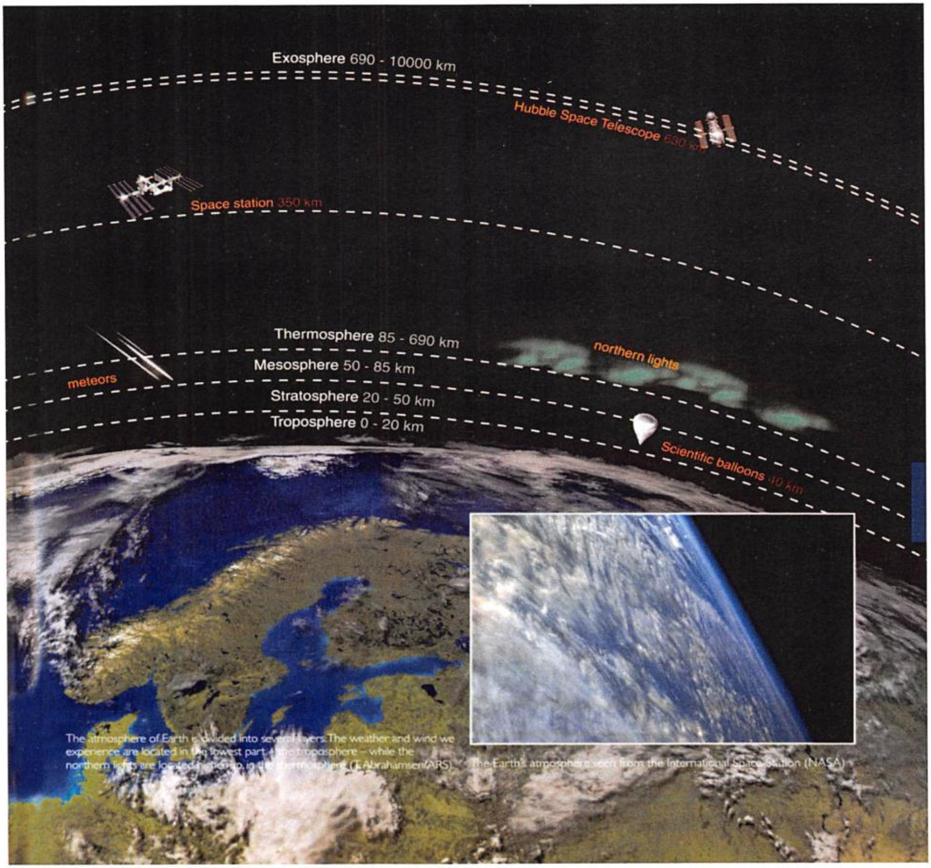
ومن المعروف أن الغلاف الجوى يتكون من طبقات،[**] الأكثر كثافة هى الموجودة قرب سطح الأرض. وتخف كثافة الهواء تدريجيا كلما بعدنا عن سطح الأرض.

(*) يتكون جزيء غاز الأوزون من ثلاث ذرات من الأوكسجين، بينما يتكون غاز الأوكسجين الذى نتنفسه من ذرتين فقط. وعند سقوط الأشعة فوق البنفسجية على طبقة الأوزون تمتص ويتحول الأوزون إلى أوكسجين، ثم يعود مرة أخرى إلى أوزون. وبذلك تمنع الأشعة القوية الضارة من الوصول إلى الأرض– " المترجم".

(*) الثرموسفير – انظر الصورة ص ١٠٩ – هى المنطقة من الغلاف الجوى فوق منطقة "الميزوسفير" وتحت الارتفاع الذى عنده ينتهى الوسط الهوائى فى التدرج فى درجات الحرارة مع الارتفاع. والميزوسفير (أو الطبقة البينية) هى الطبقة الممتدة حوالى ٨٠ كم من بعد طبقة الإستراتوسفير. والأيونوسفير هو الطبقة المتأينة من الغلاف الجوي، وتمتد بعد طبقة الاستراتوسفير حوالى ١٠٠٠ كم وهى الطبقة التى ينعكس عليها الموجات الكهرومغناطيسية. والتروبوسفير هى الطبقة الأدنى من الغلاف الجوى وتمتد إلى ارتفاع ما بين ٦ و ١٠ كم من سطح الأرض حيث تبدأ درجة الحرارة فى الانخفاض كلما ارتفعنا فيها. و"تروبو" تعنى باليونانية المتحولة أو المتغيرة. والستراتوسفير الطبقة التى تعلو طبقة التربوسفير وتمتد حوالى ٥٠ كم، والجزء الأدنى منها يتغير بدرجة طفيفة بتغير الحرارة – " المترجم".



جزئيات الغاز فى الغلاف الجوى التى تولد ظاهرة "البيت الأخضر"، أو "البيت الزجاجى". وتقوم طبقات الغلاف الجوى بالسماح للضوء المرئى الصادر من الشمس بالنفاذ خلال طبقاتها، ولا تسمح للأشعة المنعكسة من سطح الأرض بالارتداد والتشتت فى الفضاء. هذا التأثير هو الذى حفظ درجة حرارة الأرض وجعلها مناسبة لنشوء واستمرار الحياة فيها. (***NASA***).



صورة لطبقات الغلاف الجوى صورت بواسطة محطة الفضاء الدولية (***NASA/ ISS***).

ترجمة داخل الصورة

Exosphere** 690–10000 **km.	طبقة "الأكسوسفير"، وتمتد من ارتفاع ٦٩٠ كم إلى ١٠ آلاف كم.
Hubble space Telescope** 630 **km.	يدور التليسكوب الفضائى الأمريكى "هبل" (***Hubble***) فى مدار يبعد ٦٣٠ كم عن سطح الأرض.
International space station (ISS)** 350 **km.	محطة الفضاء الدولية (***ISS***) على ارتفاع ٣٥٠ كم.
Thermosphere** 85–690 **km.	الطبقة الحرارية أو "الترموسفير" – ضوء الشفق القطبى.
Mesosphere** 50–85 **km.	طبقة "الميزوسفير"، أو "الطبقة البينية" ٥٠–٨٥ كم، والنيازك والشهب.
Stratosphere** 20–50 **km Scientific balloons** (40 **km)	طبقة "الإستراتوسفير" ٢٠–٥٠ كم – البالونات العلمية على بعد ٤٠ كم.
Troposphere** 0–20 **km.	طبقة "التروبوسفير"، أو الطبقة الأدنى من الغلاف الجوى ٠–٢٠ كم.

الغلاف الجوى الأرضى ينقسم إلى عدة طبقات تلتف حول الكرة الأرضية. وحالة الطقس والرياح التى نعهدها وتؤثر علينا مباشرة توجد فى الجزء الأدنى – التروبوسفير – بينما ضوء الشفق القطبى يظهر فى الطبقات الأعلى فى طبقة الترموسفير. (***T.Abrahamsen / ARS***).

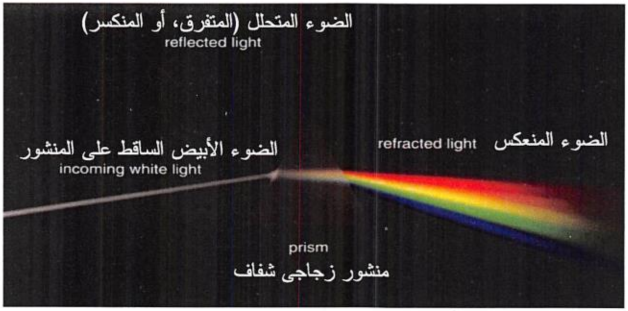
ضوء الشمس والسماء الزرقاء

ما السبب الذى يجعل السماء تبدو لنا زرقاء؟ إن الضوء الذى يصدر من الشمس، أو من المصابيح الكهربية (**Light Bulbs**)؛ يبدو أبيض. ولكن بالرغم من لونه الأبيض الظاهر لنا؛ فإنه فى الحقيقة مركب من كل الألوان(*) الأساسية وهى: الأحمر، والبرتقالى، والذهبى (أو الأصفر)، والأزرق، والنيلى (**indigo**)، والبنفسجى. ولا تظهر هذه الألوان المكونة للضوء الأبيض إلا عندما يسقط الضوء على أحد وجوه "منشور زجاجى" (**Prism of glass**) وخلال مروره ينقسم إلى مكوناته من الألوان المختلفة.

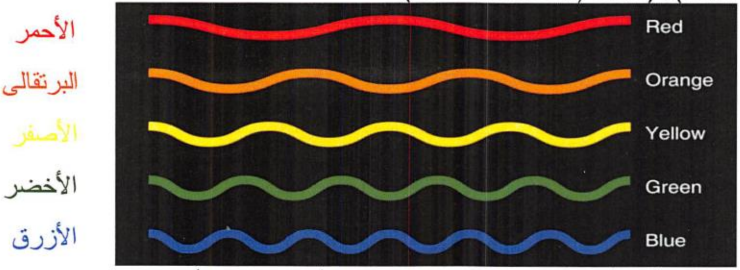
شرح هذه الظاهرة يتلخص فى القول، إن الطاقة التى فى الضوء تنتقل فى صورة "موجات" (**waves**) تشبه تقريبًا موجات المياه فى البحار. وبعض هذه الموجات (الألوان) تتحرك فى موجات "قصيرة"، و"متقطعة" (**Choppy**) وبسرعة أكبر، بينما موجات أخرى تتحرك بهدوء وبطء. والضوء ذو اللون الأزرق له موجات أقصر من اللون الأحمر، ويتحرك الضوء فى خطوط مستقيمة ما لم ينعكس (**reflected**) بواسطة مرآة، أو ينحرف (**refracted**) بواسطة منشور زجاجى شفاف أو حتى قطرة مطر، أو ينتشر ويتشتت (**scattered**) تحت تأثير جزئيات غازات الغلاف الجوى. ولقد وجد أن الموجات الضوئية ذات اللون الأزرق تنتشر وتتشتت (**scattered**) بسرعة ودرجة أكبر من موجات الألوان الأخرى، ولهذا السبب نرى السماء باللون الأزرق الخافت الضعيف المعتاد، بينما يكون الضوء القادم من الشمس مباشرة لونه أبيض ذهبى (**Golden white**).

اختبار ذكاء: هل يمكنك الآن تفسير لماذا يبدو ضوء الشمس أبيض ذهبى اللون أثناء النهار، وأحمر اللون عند الغروب؟

(*) فى عالم الفيزياء يوصف الضوء بأنه جسيمات دقيقة تتحرك بسرعة نتيجة للطاقة التى تحملها. والمعروف أن الطاقة تنتقل من نقطة إلى أخرى بسرعة يمكن قياسها ووصفها بما يسمى "التردد" (أو عدد الذبذبات فى الثانية)، و"الطول الموجى" وهو المسافة بين قمتين متتاليتين. ويتكون الضوء الأبيض من عدة ألوان كل لون عبارة عن موجة لها تردد وطول موجى خاص بها تميزها. هذه الموجات عندما تسقط على شبكية عين الإنسان تعطى إحساسا بلون مختلف – " المترجم".



رسم توضيحى يبين الضوء الأبيض وهو يمر من خلال منشور زجاجى يخرج منقسما إلى ألوان قوس قزح. وهذا تماما ما يحدث عندما يمر ضوء الشمس خلال قطرات مياه المطر، وعليها نرى ألوان "قوس قزح" (***Rainbow***). (***T.Abrahamsen/ ARS***)



رسم توضيحى يبين أن الألوان المختلفة المكونة للضوء الأبيض تتكسر أو تنحنى (***bented***) وتنتقل بأسلوب مختلف عند مرورها خلال منشور شفاف وتعتمد حركتها على "الطول الموجى" (***wave length***)، و"التردد" (***Frequency***). واللون الأزرق له طول موجى أقصر، أو له تردد أعلى، أو ارتفاعات موجية متلاحقة؛ أكثر منها فى حالة اللون الأحمر. وذلك يشبه موجات الماء عندما يقذف حجر فيها بدرجات مختلفة من القوة فتبدو الموجات مختلفة فى المسافات بين قمم موجاتها، وتكون فى حالة القوة الأكبر. (***T.Abrahamsen/ ARS***)

يتبعثر ويتشتت اللون الأزرق بدرجة أكبر من الألوان الأخرى بواسطة جزئيات الغاز الموجود فى الغلاف الجوى للأرض. وهكذا ينتشر الضوء الأزرق فى أنحاء السماء وتبدو لنا زرقاء، بينما يبدو لنا ضوء الشمس المباشر أبيض ذهبى اللون. (***T.Abrahamsen / ARS***)

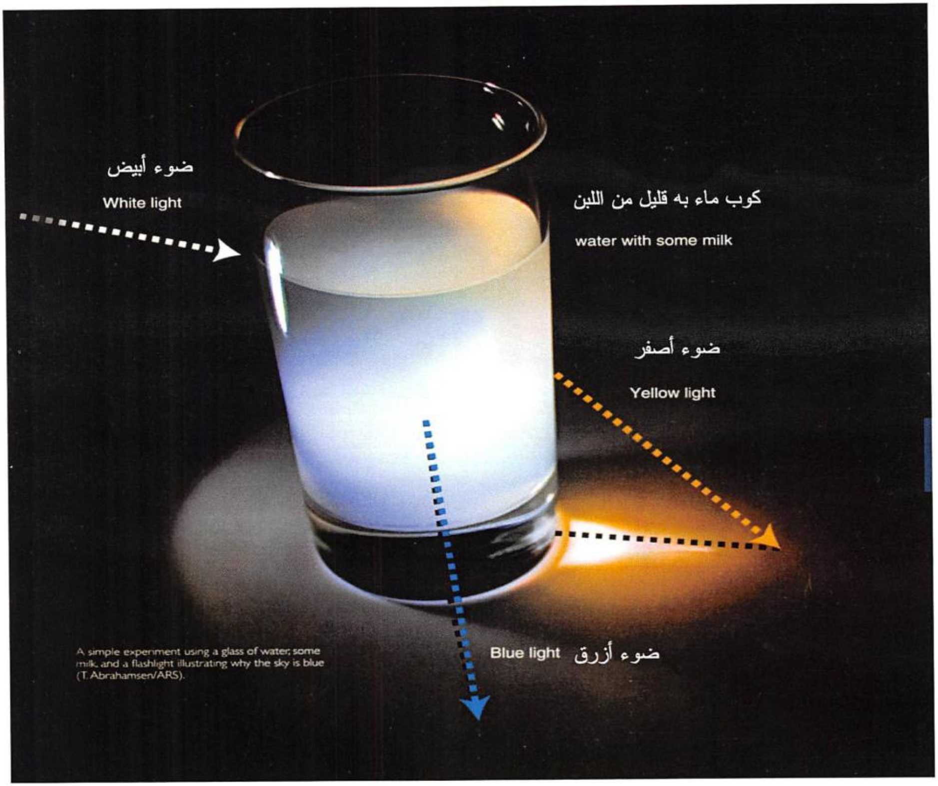
بيان وشرح سبب زرقة السماء – تجربة بسيطة

يمكن شرح ظاهرة تشتت (انعكاس متبعثر) الضوء (**_scattering of light_**) فى الغلاف الجوى الأرضى عن طريق إجراء تجربة بسيطة فيها نستخدم بطارية جيب كمصدر للضوء، وكوب من الزجاج، وماء، وقليل من اللبن. وفى حجرة مظلمة تضاء البطارية. بحيث يقع ضوءها على الكوب المملوء بالماء فقط، وننظر فى الجهة المقابلة، أو يمكن تلقى الأشعة النافذة على ورقة بيضاء، فى هذه الحالة سوف نرى ضوءًا أبيض.

أضف بضع قطرات من اللبن، أو ملء ملعقة صغيرة، ثم قلب الماء حتى ينتشر اللبن، ولاحظ ما يحدث للون الماء، ولاحظ أيضًا ضوء البطارية النافذ من الناحية الأخرى للكوب على الورقة. أضف مزيدا من اللبن مرة أخرى، وقلب، وشاهد ماذا سيحدث.

سماء زرقاء فى أفق جزيرة "لينجر" (**_Lyngør_**) (فى النرويج) حيث تتداخل الشابورة فى البحر (**_P.Brekke_**).

صورة للغلاف الجوي يظهر فيها الهلال، التقطتها محطة الفضاء العالمية (**_ISS_**). لاحظ أن الجزء الأدنى من الغلاف الجوي برتقالي اللون بينما الأعلى أزرق اللون. (**_NASA_**)

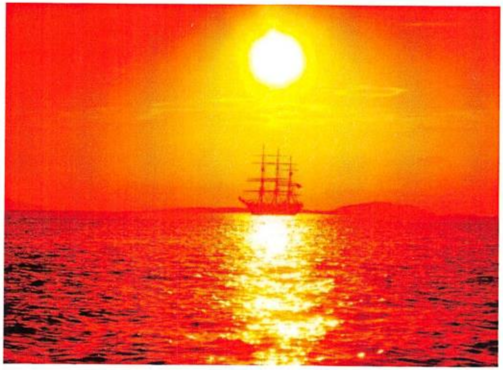


الصورة تبين تجربة بسيطة لتوضيح سبب زرقة السماء، وتستخدم فيها كوب من الماء، وقليل من اللبن، ومصدر ضوئى (بطارية جيب) (***T.Abrahamsen / ARS***)

غروب الشمس الأحمر

عندما تهبط الشمس فى أفق السماء، يمر ضوءها خلال منطقة حيث تزداد كثافة الغلاف الجوى، وذلك عكس من أن تكون عالية فى السماء. فى هذه الحالة يتشتت (***scattered***) كمية كبيرة من الضوء الأزرق، ويختفى تدريجيا من ضوء الشمس، وبذلك تبدو لنا الشمس برتقالية مائلة للاحمرار، وفى بعض الأحيان تبدو حمراء ملتهبة.

ترجع هذه الظاهرة إلى أن الجزئيات الأكبر المنتشرة فى الغلاف الجوى مثل جزئيات الغبار، وملوثات البيئة الأخرى، وجزئيات بخار الماء، تقوم بعكس ونشر جزءًا أكبر من الأشعة ذات اللون الأحمر والذهبى. وفى المناطق الأكثر تلوثا يمكن ملاحظة أن غروب الشمس فيها أكثر احمرارًا. فمثلا انفجار البراكين يؤدى إلى نشر رماد فوق مساحات واسعة ومن ثم يؤدى إلى غروب شمس أحمر غير عادى فى تلك المناطق. ولو انفجر بركان فى كندا يمكننا مشاهدة غروب شمس أكثر احمرارًا فى النرويج، وذلك لانتشار غباره على مساحة واسعة تصل إلى سماء النرويج.



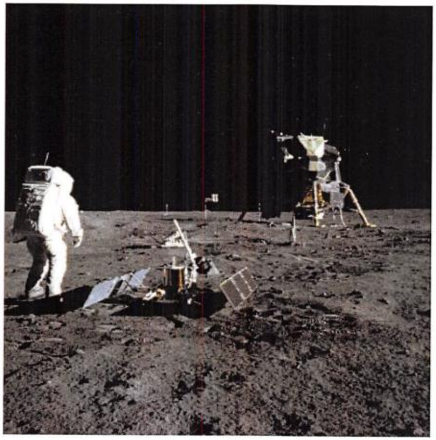
غروب شمس أحمر فى سماء خليج العاصمة النرويجية أوسلو(***P.Brekke***).

عندما تنخفض الشمس فى الأفق، يمر الضوء بطبقات كثيفة من الهواء. وهكذا كثيرا من الضوء الأزرق يتشتت (يفقد، أو يضيع) من الضوء الأبيض، وبذلك تبدو الشمس أكثر احمرارًا. وكذلك فإن الجزئيات الأكبر تشتت الضوء الأحمر بدرجة أكبر ونتيجة لذلك تبدو السماء أكثر احمرارًا (***T.Abrahamsen / ARS***)

من على سطح القمر، تبدو السماء ظلمات سوداء

ماذا يحدث لو كانت الأرض بدون غلاف جوى – كما هو الحال على القمر؟

فى هذه الحالة فسوف تبدو السماء مظلمة سوداء دائما، ولن يمكننا رؤية مشهد الغروب الأحمر الرائع الجميل، الذى نراه الآن على الأرض. لكن فى المقابل يمكننا فى هذه الحالة أن نشاهد النجوم فى وسط النهار. من على الأرض يغرق ويختفى ضوء النجوم فى الضوء الأزرق، الذى ينتشر فى كل الاتجاهات، والسبب فى أننا لا نرى نجوما فى الصورتين هو أن الكاميرا ضبطت لتلتقط التفاصيل لسطح القمر وهو شديد اللمعان.



رواد الفضاء على القمر فى إحدى رحلات أبولو، وهم يضعون أجهزة علمية على سطح القمر. وتبدو السماء سوداء ظلماء طوال الوقت، وذلك لعدم وجود غلاف جوى للقمر (***NASA***)

من على سطح القمر صورت لحظات "شروق (!) الأرض"، أثناء إحدى رحلات أبولو. أثناء دوران الكبسولة الفضائية حول القمر، استطاع الرواد رؤية الأرض وهى "تشرق" (!) فى أفق القمر. ***(NASA)***

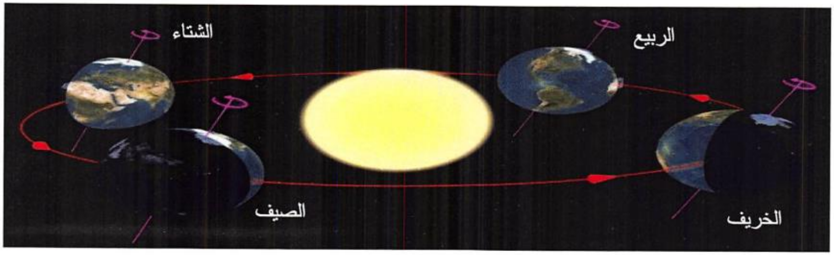
فصول السنة

لماذا يكون الجو أكثر دفئا فى الصيف عنه فى الشتاء فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية ؛ بينما تكون الأرض أبعد ما يمكن من الشمس؟

الحقيقة هى: إن الأرض لا تدور فى "فلك، أو مدار دائرى" (***Circular Orbit***) حول الشمس؛ بل تسبح فى "مدار بيضاوى ممطوط" (***Elongated Elliptical***). المسافة بين الأرض والشمس فى الشتاء هى ١٤٧,٥ مليون كيلومتر، بينما هى فى الصيف ١٥٢,٦ مليون كيلومتر. وبعبارة أخرى فإن الأرض أبعد ٥ مليون كيلومتر عن الشمس فى الصيف منها فى الشتاء. إن هذا يعنى، ومن ثم؛ أن الأرض تستقبل طاقة من الشمس فى الصيف أقل منها فى الشتاء بمقدار ٧%. لماذا إذاً – رغما عن ذلك – يكون الجو أكثر دفئا فى الصيف؟

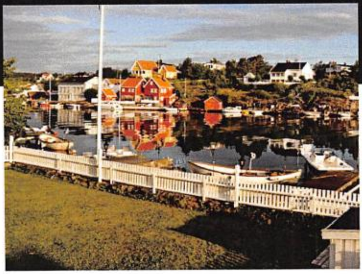
السبب يكمن فى أن الأرض تدور حول "محور دوران" (***rotation axis***) بميل مقداره ٢٣,٥ درجة عن المحور المتعامد على "مستو المدار البيضاوى" (***Plane of the Elliptical orbit***). فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية تسقط أشعة الشمس بزاوية أكثر مباشرة على الأرض فى فصل الصيف، وتكون الشمس أكثر تعامدًا على الأرض، وتبدو فى السماء أكثر ارتفاعا.

أما فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية، فتكون الشمس منخفضة فى السماء فيكون الشتاء. لكن؛ هل هذه الإجابة وافية كاملة، وتمثل كل ما عن هذا الموضوع؟



تدور الأرض حول الشمس بميل، حيث يكون النصف الشمالى من الكرة الأرضية يشير ويواجه الشمس فى يونيو، ومن ثم يعطينا أيام صيف طويلة ودافئة فى البلاد الواقعة شمال خط الاستواء (ويكيبيديا)

رسم لفنان يعبر بأسلوبه الفني عن فصول السنة الأربعة (***M.Ratzinger***)

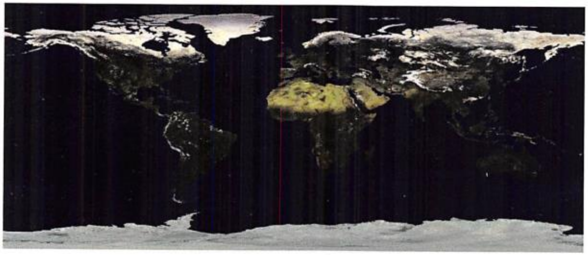


محور دوران الأرض يميل بزاوية فيتولد على الأرض الفصول الأربعة: الربيع، والصيف، والخريف، وأخيرا الشتاء. والصورتان لجزيرة "لينجر" (***Lyngør***) النرويجية إحداهما فى الصيف والأخرى فى الشتاء. (***P.Brekke***)

فصول السنة ودرجة الحرارة

فى الحقيقة إن "متوسط درجة حرارة الكرة الأرضية(*) يعلو بمقدار ٢,٣ درجة مئوية عندما تكون الأرض أبعد ما يكون من الشمس، وذلك فى فصل الصيف. يبدو هذا الكلام غريبا، ذلك لأننا كنا نتوقع أن يكون "متوسط درجة الحرارة" (على مدار العام) فى نصف الكرة الشمالي؛ يتساوى تقريبًا مع متوسط درجة حرارة النصف الجنوبى، وذلك لأنه عندما يرتفع متوسط درجة حرارة الصيف فى الجنوب تكون منخفضة فى الشمال، والعكس بالعكس.

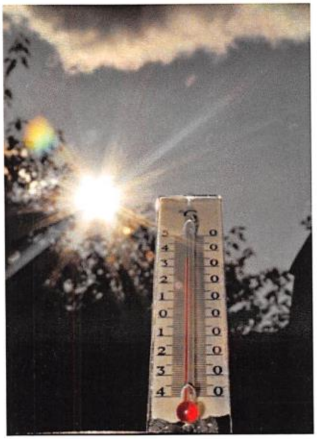
السبب فى وجود تلك الظاهرة: هو أن المساحة المغطاة بالأرض، والمساحة المغطاة بمياه المحيطات والبحار ليست موزعة بالتساوى على الكرة الأرضية. فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية تكون مساحة الأراضى أكبر منها فى الجنوب، وتكون مساحة المسطحات المائية فى النصف الجنوبى أكبر منها فى النصف الشمالى. ذلك يؤدى إلى أن يصل متوسط درجة الحرارة فى النصف الشمالى إلى درجة أعلى من المتوسط للنصف الجنوبي(**).



أخذت هذه الصورة للأرض من الفضاء. وتكونت الصورة كاملة بتركيب العديد من الصور للأجزاء المختلفة للأرض التى أخذت بواسطة الأقمار الصناعية، والصورة تبين نسبة الأرض إلى المياه على الكرة الأرضية . (***NASA***)

(*) يتم حساب متوسط درجة حرارة الكرة الأرضية برصد درجة الحرارة فى أماكن متعددة على الكرة الأرضية، ثم حساب المتوسط الرياضي، ويقوم بهذا العمل مراصد الطقس ومعاهد البحوث للدول المختلفة – " المترجم".

(**) تعزى هذه الظاهرة لطبيعة الماء، فالمعروف أن الماء سائل يقال: إن "سعته الحرارية" (***Thermal or Heat Capacity***) عالية. وتعرف السعة الحرارية بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الحجم من الجسم بمقدار درجة واحدة مئوية. وسعة الماء الحرارية أكبر منها للمادة الصخرية الأرضية، ومن ثم فإن المياه تسخن ببطء أيضا عما هو على الأرض. وبأسلوب آخر يقال: إن المياه تحافظ على الحرارة – " المترجم".



يمكننا قياس تغير درجات الحرارة بين النهار والليل، وبين الشتاء والصيف بواسطة الترمومتر. هذا التغير فى درجة الحرارة بسبب دوران الأرض حول الشمس (***P.Brekke***).

صورتان لمناطق القطبين الشمالى والجنوبي:

صورة للأرض التقطت من الفضاء من مكان يتعامد مع منطقة القطب الشمالى، وأخرى تتعامد مع منطقة القطب الجنوبى. وتبين الصورتان بوضوح أن أغلب منطقة القطب الجنوبى مغطاة بالمياه. (***NASA / ESRI***)

أهمية الشمس للحياة على الأرض

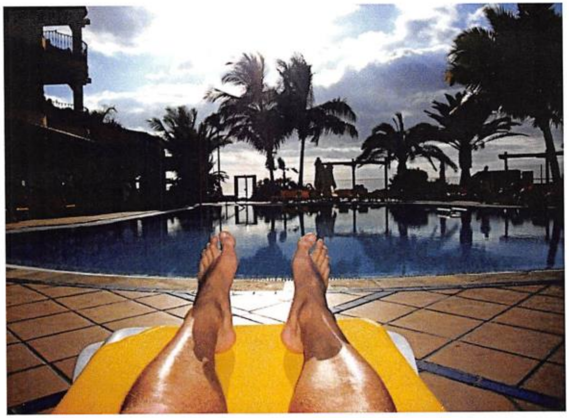
الشمس هى مصدر الحرارة للأرض والبحر والهواء. وهذه الحرارة هى التى تسبب تبخر المياه من البحار، وتكون بخار الماء؛ الذى بدوره يكون السحاب. وعندما يبرد بخار الماء يكون "قطرات مياه" (أو الودق) داخل السحاب، هذه القطرات هى التى تتجمع وتسقط فى صورة مطر. وبهذه الطريقة تحصل الأرض بما فيها من النباتات وحيوانات وإنسان على المياه اللازمة للحياة.

وتستخدم النباتات ضوء الشمس مباشرة لتحويل غاز ثانى أكسيد الكربون (ك أ٢ = CO_2) والماء إلى "كربوهيدرات"[*]. وفى نفس الوقت تخرج النباتات الأوكسجين، وهو الغاز الذى نحتاجه نحن البشر للتنفس. هذه العملية تسمى "التمثيل الضوئى" (***Photosynthesis***) والكربوهيدرات المتكونة تدخل فى التكوين البنائى للنبات، وكذلك يستخدمها الإنسان والحيوان فى غذائه. لهذا يمكننا القول: إن الشمس هى مصدر الحياة، وهى التى تحافظ على استمرارها على الأرض.

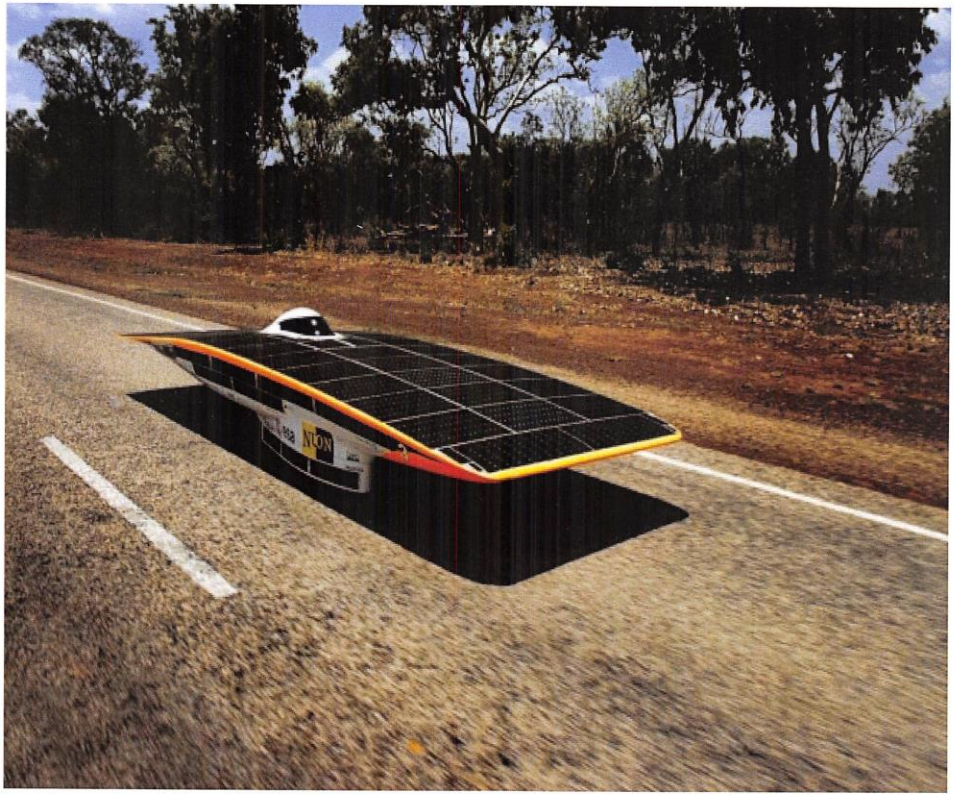
أيضًا: هل تعلم أن الأشعة "فوق البنفسجية" (***UV***) القادمة من الشمس هى التى تساعد على صنع فيتامين "دى" (***D–Vitamine***) المهم جدا لأجسامنا؟

(*) الكربوهيدرات هى مواد كيميائية، وتكون عائلة يدخل فى تركيبها الكربون والهيدروجين والأوكسجين أساسا. ولأنه نسبة الهيدروجين والأوكسجين فيها كنسبتهما فى الماء فيمكن القول بأنها تتركب من "الكربون + الماء" ولذلك سميت "كربوهيدرات" (***Carbohydrates***). وجميع النباتات بدون أى استثناء تحتوى عليها، وتكون فى صورة سيليلوز ومواد سكرية أخرى. وتعتبر الكربوهيدرات أحد المكونات الأساسية لغذاء الإنسان والحيوان. وسكر "الجلوكوز" من أهم أفراد هذه العائلة فهو الصورة التى تحترق فى جسم الإنسان وتولد له الطاقة الحرارية اللازمة لإتمام كل العمليات الحيوية – " المترجم"]

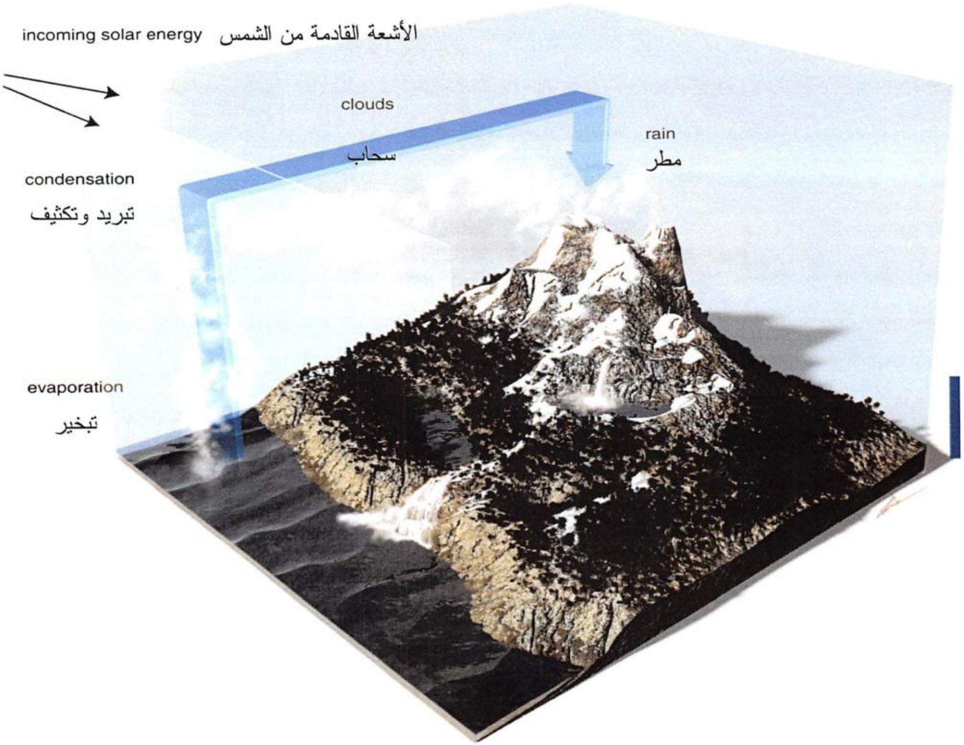
يحتاج النبات أشعة الشمس حتى ينمو ، ويطلق الأوكسجين خلال عملية التمثيل الضوئى (***P.Brekke***).



يحتاج الإنسان ضوء الشمس ليساعد جسمه على تكوين بعض الفيتامينات المهمة (***P.Brekke***).



"نونا" (***NUNA***) سيارة تسير بالطاقة الشمسية بالكامل (***Hans- Peter Van Velthoven***)



الشمس هى السبب فى إبقاء الحياة على الأرض. الأشعة الشمسية بما تحويه من حرارة وطاقة هى التى تجعل مياه المحيطات تتبخر ثم تتجمع فى صورة سحاب، بعدها يتجمع السحاب ويتكثف ماؤه ويهطل فى صورة أمطار. هذه الأمطار تكون الأنهار التى تجرى وتصب فى المحيطات والبحار مرة أخرى، حيث تبدأ المياه فى التبخير ثانية. (***T.Abrahamsen***)

الشمس: مصدر الطاقة على الأرض

هل فكرت ذات مرة، من أين تأتى الحرارة الناتجة من حرق الوقود؟ أو من أين أتت الطاقة الناتجة من مساقط المياه؟ أو ربما من أين أتت الطاقة الناتجة من احتراق الغاز الطبيعى والبترول؟

الطاقة والحرارة نابعة كلها أصلا من الشمس، كل الطاقة على الأرض أصلا "طاقة شمسية مختزنة" (***Stored Solar Energy***). وعلى سبيل المثال، فإن ضوء الشمس هو السبب فى نمو الشجر، ويمكننا استعادة بعض هذه الطاقة عندما نحرق بعض الخشب. وبنفس الطريقة فإن الشجر الذى يدفن تحت الأرض، يتحول نتيجة للضغط الشديد الواقع عليه، وبعد مرور آلاف السنين؛ إلى فحم وبترول. هذه الطاقة يمكن استخراجها واستخدامها اليوم فى صورة وقود يولد طاقة حرارية.

وكذلك فإن الشمس والرياح هما السبب فى تبخير المياه من المسطحات المائية، ومن السحاب المتكون تتساقط الأمطار، التى تكون الأنهار، ونتيجة لشدة قوة دفع المياه يمكننا تشغيل مولدات الكهرباء. لهذا نستطيع القول: إن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة المستخدمة فى حياتنا اليومية.

الطاقة الحرارية الناتجة من نار الاحتراق هى فى الحقيقة طاقة شمسية مختزنة من قبل. (***K.A.Aarmo***).

عندما نحفر للبحث عن البترول والغاز الطبيعى فى الأرض أو فى قاع البحار، فإننا فى الحقيقة نستعيد بعض الطاقة الشمسية التى اختزنت فى الأرض لملايين السنين (***Statoil***).

استخدامات الطاقة الشمسية

منذ آلاف السنين والإنسان يستخدم الطاقة الشمسية لتجفيف الملابس وبعض الأطعمة(*). فقط فى العقود الأخيرة اكتشفنا طرقا جديدة للاستفادة من الطاقة الشمسية وذلك عن طريق توليد الكهرباء من الضوء مباشرة .

إن كمية الطاقة المتولدة من الشمس شديدة الضخامة لدرجة لا يمكن تصورها، فالشمس تنتج ٣٨٦ مليون مليار مليار ميجا وات(**) فى الثانية الواحدة. ومن هذه الكمية الضخمة يصل الأرض كمية صغيرة. لكن رغما عن صغر الكمية التى تسقط على الأرض، فإنها كافية لتغطى احتياج العالم كله من الطاقة، هذا لو استطعنا الاستفادة منها بشكل فعال. ففى الواقع فإن الأرض تستقبل فى العام الواحد طاقة شمسية مقدارها ١٥٠٠٠ مرة قدر الطاقة التى يستخدمها العالم كله.

إلى الآن تستخدم كثير من المجتمعات الإنسانية الشمس لتجفيف الملابس (***Wikipedia***)

عبر آلاف السنين – وإلي الآن – استخدام البشر الطاقة الشمسية لاستخدامات مختلفة، مثل تجفيف الأسماك، كما تبين الصورة. (***R.Bertinussen***).

(*) كثير من الأطعمة يتم تجفيفها عن طريق التعرض المباشر للشمس. ومن هذه الأطعمة: السمك، اللحم، والتمر، وكثير من الفواكه الأخرى والخضروات. والتجفيف عملية معروفة لحفظ الطعام من التلف، فمن المعروف أن البكتريا تحتاج إلى الرطوبة لنموها، ولذلك فهى لا تنمو على المواد المجففة، وتبقى الأطعمة صالحة للأكل لفترات تبلغ شهورا وسنين على عكس الأطعمة الطازجة – " المترجم".

(**) الوات (***Watt***)، أو الواط، هو وحدة قياس وتقدير القدرة والطاقة الكهربية. وفى بيوتنا نستخدم عدادًا لقياس مقدار ما نستهلكه من التيار الكهربى المستهلك بالكيلووات فى الساعة – " المترجم".

سوف يأتى الوقت الذى سوف تمثل فيه الطاقة الشمسية المباشرة جزءًا مهما من موارد الطاقة التى يستهلكها المجتمع البشرى. لكن ١٥٠ مليون كيلومتر من أسلاك لنقل التيار الكهربى منها للأرض لن يمكننا توصيلها. (***Alf Inge/ Hafslund***).

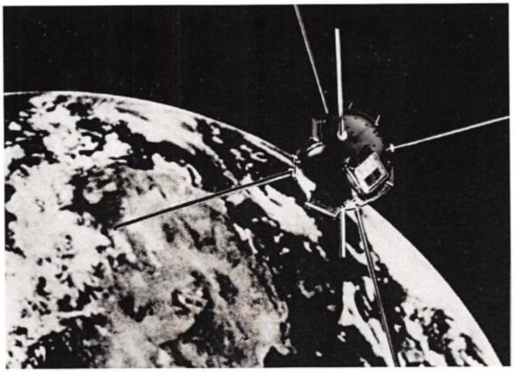
الخلايا الشمسية (الضوئية)

"إدموند بيكريل" (***Edmund Becquerd***) هو فيزيائى فرنسى، كان عمره ١٩ عاما عندما اكتشف فى عام ١٨٣٩ م، إن بعض المواد يمكنها توليد تيار كهربى ضعيف عندما تتعرض للضوء. و"ادموند بيكريل" هو والد "هنرى بيكريل" الذى اكتشف المواد المشعة لاحقا. وفى المئة عام التالية استطاعت التقنية أن تطور الاكتشاف بدرجة كافية تسمح باستخدام هذه المواد لأغراض عملية. لقد كان الاحتياج لتوليد كهرباء فى الفضاء، لاستخدامه فى الأقمار الصناعية هو الذى دفع فى اتجاه تطوير الخلايا الضوئية (الشمسية). وفى ١٧ مارس من عام ١٩٥٨ أطلق القمر الصناعى "فان جارد" (***Van guard***)، وهو أول قمر صناعى استمد تياره الكهربائى من لوحة خلايا ضوئية.

وتقوم "الخلايا الضوئية"(*) (***Photo-cells***)، التى تسمى فى كثير من الأحيان "الخلايا الشمسية" (***Solar cells***)، بتحويل الضوء مباشرة إلى تيار كهربى، وذلك عندما تحرر فوتونات الضوء الكترونات موجودة فى مادة الخلية، التى تتركب أصلا من شرائح رقيقة من عنصر "السيليكون". هذه الإلكترونات حرة الحركة هى التى تولد التيار الكهربى.

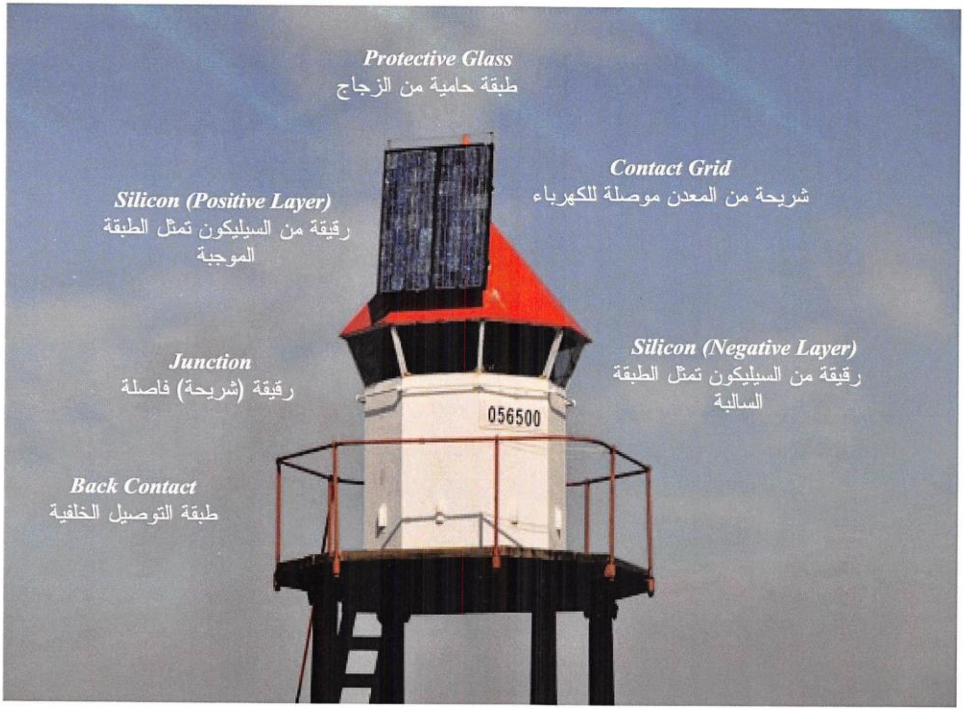
إنتاج الطاقة الكهربية عن طريق تحويل الطاقة الضوئية الشمسية لا يتم فيها عملية احتراق وقود، ولذا لا ينتج عنها غاز ثانى أكسيد الكربون، ولذا فهى طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة، وهى مصدر متجدد للطاقة، فطالما تشرق الشمس ويسقط ضوءها على الخلايا الشمسية فسوف تتولد الكهرباء.

(*) تسمى الخلية الشمسية باسم "الخلية الكهروضوئية" أيضا، وبالإنجليزية ***Photovoltaic cell*** ، أو اختصارا ***PV cell***. هذه الخلايا تولد الكهرباء عند سقوط الطاقة الضوئية عليها بكفاءة تقل عن ٢٠%، وذلك يعنى أنها تنتج لنا طاقة كهربية قدرها أقل من ٢٠% من مقدار الطاقة الضوئية التى سقطت عليها. وحديثا تمكن الباحثون فى رفع كفاءة هذه الخلايا فأصبحت تنتج ما يقارب ضعف الخلايا القديمة ولذلك سميت بالخلايا "الكهروضوئية المُركِزة" أو ***concentrating Photovoltaic (CPV)*** – " المترجم".



القمر الصناعى "فان جارد١" (***Van guard1***) كان أول قمر مزود بخلايا شمسية. وكان هذا القمر صغيرا فى حجم فاكهة "الجريب فروت" تقريبًا، وأطلق فى عام ١٩٥٨ فى ١٧ مارس (***NASA***)

تصنع الخلايا الشمسية غالبا من السيليكون، وهى تحول الطاقة الضوئية الساقطة عليها إلى تيار كهربى (***REC / D.Heinisch***).



كثيرا من أكشاك الإرشاد على الشاطئ النرويجى تحصل على الكهرباء من الخلايا الشمسية (***Pål Brekke***).

الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) تستخدم فى الأقمار الصناعية لتشغيل الأجهزة الكهربية، والأجهزة الأخرى التى تدار بالكهرباء. وتصنع الألواح الشمسية من مواد مختلفة، وأهم طبقة هى طبقات الخلية المصنوعة من أشباه الموصلات المصنوعة أساسا من السيليكون المطعم بشوائب عنصر الجرمانيوم أو عنصر السيلينيوم. (***T.Abrahamsen***)

"استخدامات الخلايا الشمسية"

جميع الأقمار الصناعية التى تطلق اليوم وتدور حول الأرض، تستخدم الخلايا الشمسية، ويحصل رواد الفضاء فى "المحطة الفضائية العالمية" (***ISS***) على احتياجاتهم من الكهرباء من ألواح كبيرة وواسعة من الخلايا الشمسية. ولقد طورت وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" (***NASA***) طائرة تطير وتعمل كليا باستخدام الطاقة الشمسية. وفى كثير من البلاد تستخدم ألواح الخلايا الشمسية فى تزويد أعمدة إشارات المرور والأكشاك بالكهرباء. ويمكنك الآن شراء "حاسب" (***Calculator***) صغير يعمل بكهرباء تنتجها "الخلايا الضوئية".

وتوجد أيضًا بعض التليفونات المحمولة التى تُشحن بواسطة شاحن يعمل بالخلايا الضوئية. ولقد تقدمت صناعة "الخلايا الشمسية" فصنعت رقيقة ومرنة لدرجة أنه يمكن استخدامها فى كثير من الأغراض.

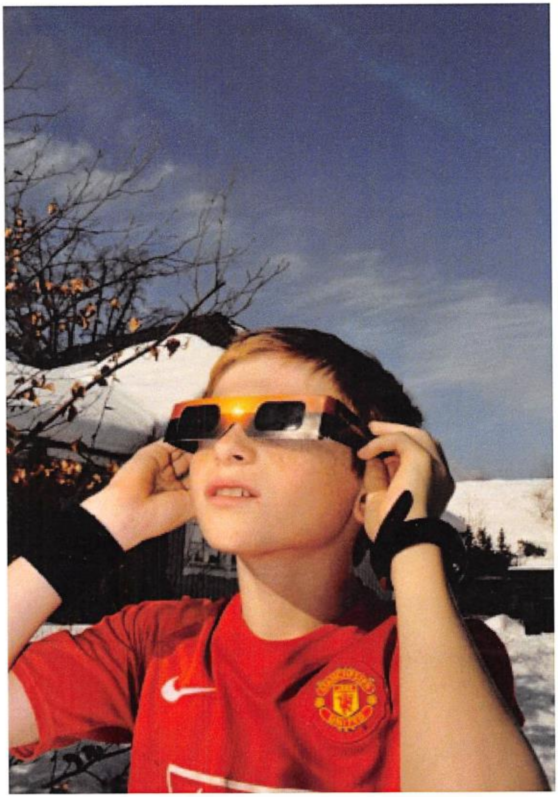
وهنا يبرز سؤال مهم، لماذا لا نستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء بدلا من تلك التى تنتج من حرق الفحم والبترول؟

السبب يكمن فى: إن إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية ما زال يكلف أكثر من إنتاجها من حرق البترول والفحم (المحروقات). ولكننا نأمل فى أن تتطور التقنيات سريعا حتى تنقلب هذه المعادلة. وبالفعل فلقد بدأنا نرى بناء محطات ضخمة لإنتاج الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية.

التليسكوب الفضائي "هبل" (***Hubble***) يحصل علي التيار الكهربي من الخلايا الشمسية.

طائرة تعتمد فى طيرانها على الكهرباء التي تستمدها بالكلية من الخلايا الشمسية، بنتها "ناسا" (***NASA***)

صورة من إسبانيا، فيها تبدو محطة توليد قوى كهربية من الطاقة الشمسية، باستخدام عدد كبير من المرايا التى تعكس أشعة الشمس إلى قمة برج عال مكون من ٤٠ طابقا. نظرا لتركيز الضوء ذى الشدة العالية يتم غليان المياه، ويدير البخار الناتج "توربين" يولد التيار الكهربى الكافى لاستهلاك ٦٠٠٠ منزل. (***Flickr/ afforesm***)



يمكنك النظر إلى الشمس مباشرة دون أن تؤذى عينك، باستخدام نظارات خاصة، وهى تستخدم أيضًا أثناء النظر فى الكسوف الشمسى. ويمكنك مراقبة البقع الشمسية من خلال هذه النظارات . (***P.Brekke***).

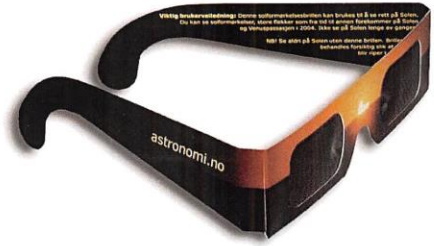
كيف يمكنك دراسة الشمس والشفق القطبي

كيف يمكنك دراسة البقع الشمسية

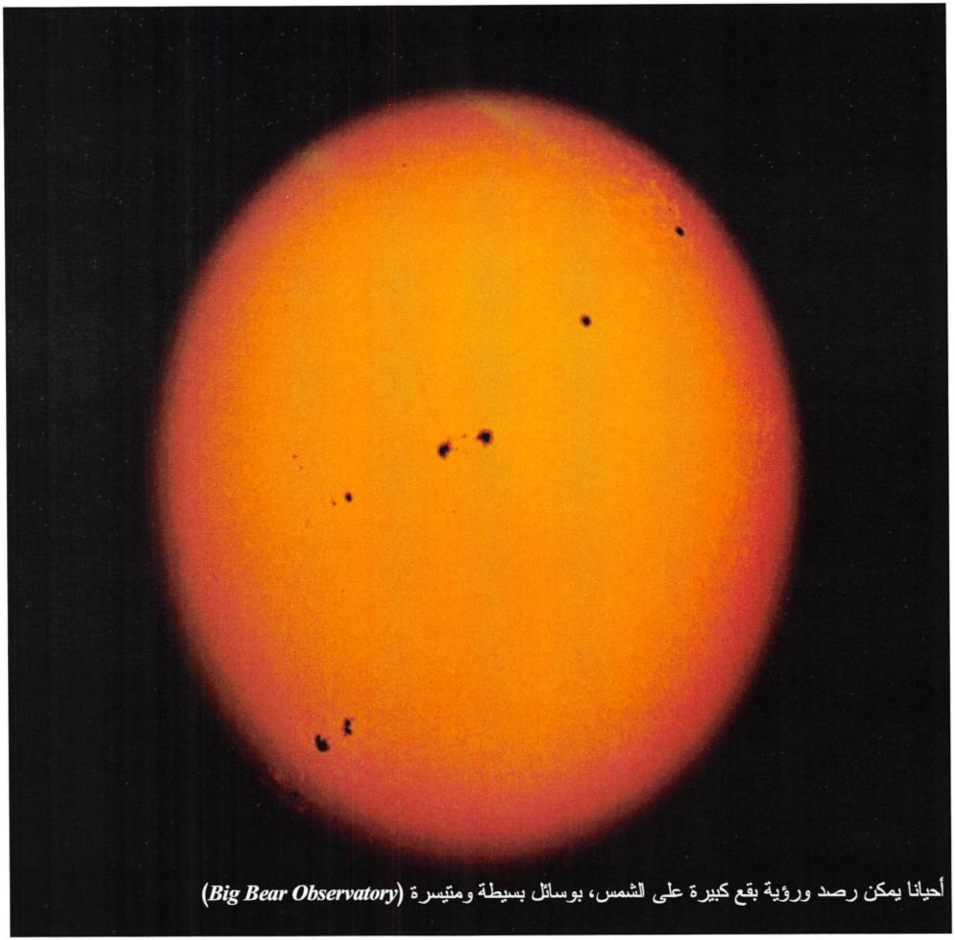
من الممكن أن تصبح دراسة الشمس، ورؤية عدد البقع الشمسية وهى تتغير بمرور الوقت؛ مادة لطيفة ومسلية. ويمكنك دراسة الشمس بدون مناظير مقربة أو تليسكوب لو اشتريت نظارة خاصة تسمى نظارة الكسوف الشمسى (***Solar Eclipse Glasses***)، وباستخدامها يمكنك النظر مباشرة للشمس، ومشاهدة البقع الشمسية الكبيرة. وتباع مثل هذه النظارات عبر الإنترنت، ولكن تأكد من أنها لا تحوى ثقوبا أو خدوشا فإن ذلك يؤذى عينيك بسهولة.

ويمكنك متابعة البقع الشمسية بلطف وأمان أيضًا، بواسطة جهاز يسمى "المنظار الشمسى" (***Solar scope***). ويتركب هذا المنظار الشمسى من تليسكوب قابل للطى، يستقبل أشعة الشمس، ويكوّن لها صورة على لوح ورقى أبيض، وبذلك يصبح له عدة مزايا: فهو لا يحتاج إلى مرشحات ضوئية، ويكوّن صورة للشمس لا تؤذى العين بالنظر إليها، كما يمكن لعدد كبير من الأشخاص متابعة ورؤية الصورة فى نفس الوقت. ومتاح الآن جهاز مماثل أكثر ثباتا ويسمى "مصور البقع الشمسية" أو "صن سبوتر" (***Sun Spotter***) (انظر الصورة).

مصور البقع الشمسية عبارة عن جهاز بسيط وعملي، يسهل عملية مراقبة الشمس بسهولة ويسر وأمان. (*NASA*)



نظارة الكسوف الشمسي، مفيدة جدا، ووسيلة سهلة للنظر إلى الشمس (*Astronomi. No*)



أحيانا يمكن رصد ورؤية بقع كبيرة على الشمس، بوسائل بسيطة ومتيسرة ***(Big Bear Observatory)***

دراسة الشمس من فصلك الدراسي

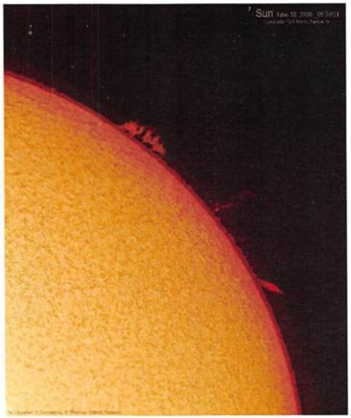
لو أردت دراسة الشمس عن طريق "منظار مقرب" (***binoculare***) أو "تليسكوب" (***telescope***)؛ فيجب ألا تنظر إلى العدسات مباشرة بالعين أبدا، بل عليك أن تصنع "مرشحًا ضوئيًا شمسيًا" (***Sun Filter***) أمام عدسات التليسكوب. مثل هذه المرشحات يمكن شراؤها من معظم المحلات التى تبيع التليسكوبات للهواة. ومن المهم أيضًا أن تتأكد من أن يكون المرشح ليس به ثقوب صغيرة أو خدوش.

وأسلم طريقة لاستعمال التليسكوب، أو المنظار المقرب هى أن تستعمله لتكوين صورة للشمس وإسقاطها على حائط أبيض أو ورقة بيضاء. ويتم ذلك بإحاطة رقبة التليسكوب بلوحة كرتونية بها فتحة للعدسة واستقبال صورة للشمس على الحائط الأبيض، أو على اللوح الورقي الأبيض (انظر الصورة فى الصفحة المقابلة). ويتم تكوين صورة الشمس وإسقاطها بتوجيه العدسات تجاه الشمس دون النظر فى العدسات، وسوف تتكون صورة على الحائط (أو اللوح الورقة) عندما تكون العدسات فى الاتجاه الصحيح ناحية الشمس.

ومن الممكن أن تجد صعوبة فى إيجاد الاتجاه الصحيح، ولكن بعد بعض المحاولات القليلة، سوف يمكنك إيجاد صورة للشمس، وبعد ذلك يجب ضبط العدسة بحيث تحصل على صورة صغيرة واضحة المعالم بقدر الإمكان، والمسافة المناسبة بين العدسة والحائط (أو اللوح الورقي) تكون بين ٣٠-٦٠ سم تقريبًا.

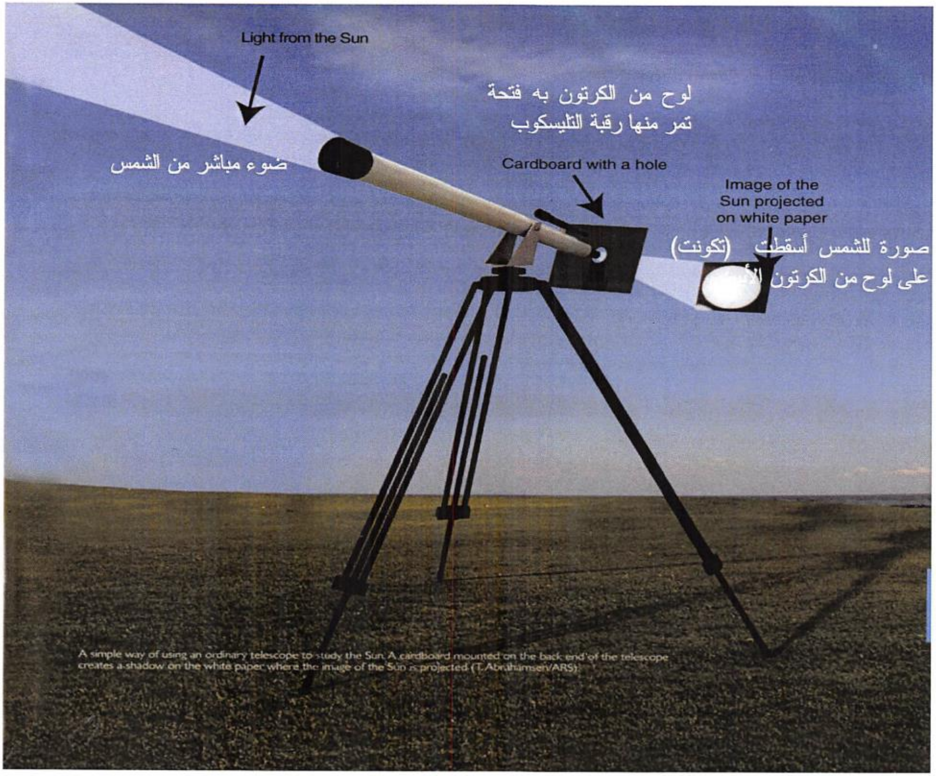
وتوجد طريقة جيدة وفعالة للحصول على صورة كبيرة وجميلة للشمس، وذلك بأن تسدل الستائر، وتجعل الغرفة مظلمة، وبعدها توجه التليسكوب تجاه الشمس من فتحة بين ناحيتى الستارة، وتقابل الصورة المتكونة على مرآة تسقط الصورة النهائية على الحائط فى الفصل الدراسى أو الغرفة.

تذكر ألا تنظر إلى الشمس بالتليسكوب إلا من خلال مرشح ضوئى حتى لا تصيب عينيك بضرر. ويمكنك أيضًا شراء مرشحات ضوئية صممت خصيصا لرؤية طبقات مختلفة من الطقس الشمسى، أو شراء تليسكوب مزود بهذه المرشحات. وتسمى هذه المرشحات "مرشحات ألفا الشمسية" (***H–alpha Filters***)، وسوف تتيح لك رؤية ودراسة "التوهجات الشمسية"، وألسنة اللهب المعلقة حول حافة قرص الشمس.

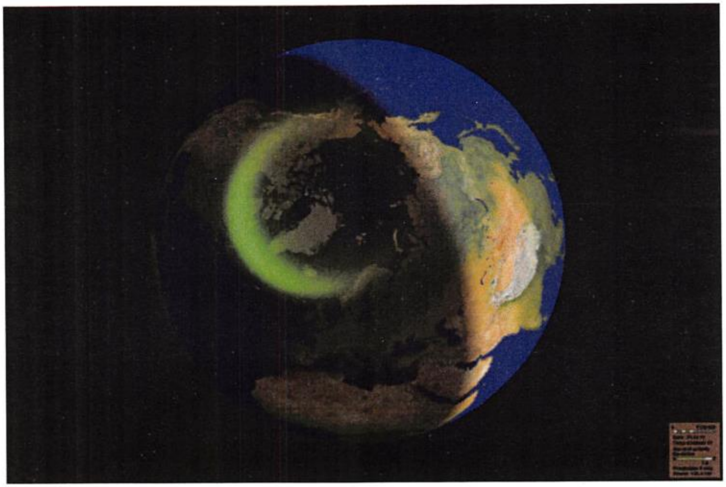


صورة للشمس من خلال تليسكوب "كورونادو" (***Coronado PST***)، وهو تليسكوب مزود بمرشحات ضوئية "هـ- ألفا" (***H-alpha***) التى تسمح لنا برؤية الطقس الشمسى بأمان. وفى الصورة ترى التوهجات الشمسية، وألسنة اللهب المدهشة الخارجة من حافة قرص الشمس . (***M. Abgarian***).

صورة لتليسكوب مجهز بمرشحات ألفا الضوئية (***H-alpha***) ويسمى تليسكوب "كورونادو" (***Coronado PST***).



الصورة تبين طريقة سهلة لدراسة الشمس باستخدام تليسكوب. لوح من الكرتون وبواسطة فتحة لمرور ورقبة التليسكوب قرب العدسة التى تكوّن صورة يمكن استقبالها على لوح أبيض. (***T.Abrahamsen / ARS***)



أين يمكنك مشاهدة "ضوء الشمال" أو "الشفق القطبى"

"الشفق القطبى" أو "الضوء الشمالى" (***Northern Light***)؛ ظاهرة طبيعية رائعة وخلابة، وتختلف عن أى ظاهرة ضوئية أخرى، وذلك لأنها تُبدى ضوءًا ذا ألوان رائعة مختلفة ومتعددة، ولها تركيب وحركة خاصة منفردة، وتسمى "أرورا"(*) (***Aurora***).

تظهر "الأرورا" فى سماء المناطق التى تبعد ما بين ١٠٠٠ و٣٠٠٠ كيلومتر من الأقطاب المغناطيسية للأرض، سواء فى الليل أو النهار، وفى أى وقت على مدار السنة. لكنها؛ تشاهد فقط أثناء الليالى الظلماء الكحلاء، وحيث تكون السماء صافية.

(*) يرجع اسم "الأرورا" (***Aurora***) إلى الأساطير الرومانية، واليونانية وتعنى "إله الفجر"، أو "إله الضياء" – " المترجم".

أفضل مكان لرؤية "الأرورا"، هى الأماكن العالية بالطبق، وطبقا لليالى الشتاء المتميزة بالظلام الدامس. والفترة الزمنية الأفضل هى ما بين سبتمبر وإبريل. أما أثناء الصيف فإن "شمس منتصف الليل"(**) (***The Midnight Sun***) تجعل من المستحيل مشاهدتها. وفى البلاد الإسكندنافية– السويد، النرويج، فنلندا– تظهر "الأرورا" أشد ما يمكن فيما بين الثامنة مساءً ومنتصف الليل.

وتؤثر أضواء المدينة على وضوح الرؤيا، ولذا تكون الرؤيا أفضل ما يمكن فى الأماكن البعيدة عن المدينة أو التجمعات السكانية، وحيث يكون "الأفق الشمالى" (***Northern Horizon***) واضحا للناظرين. ويجب أيضًا تجنب الليالى التى يكون فيها القمر كاملا منيرًا، لأنه يجعل السماء أقل ظلاما.

وفى بعض المناطق فى شمال النرويج، يمكنك مشاهدة "الضوء الشمالى"، أو "الشفق القطبى"، تقريبًا كل مساء تكون فيه السماء فى "ألاسكا" الأمريكية، يمكنك مشاهدتها من خمس إلى عشر مرات فى الشهر، وعلى الحدود بين الولايات المتحدة الأمريكية وكندا يمكنك مشاهدته مرتين إلى أربع مرات فى السنة. أما فى المكسيك، جنوب الولايات المتحدة الأمريكية؛ فيمكنك مشاهدة "الأرورا" مرة أو مرتين كل عشرة أعوام.

ويستطيع العلماء استنتاج القوة والمكان الذى يمكن أن تظهر فيه "الأرورا"، وذلك بمراقبة وتسجيل نشاط الشمس طول اليوم وكل يوم، وقياس سرعة جزئيات الرياح الشمسية.

ومؤخرا يمكننا الآن متابعة صفحات الإنترنت التى تزودنا بأخبار "الأرورا" .

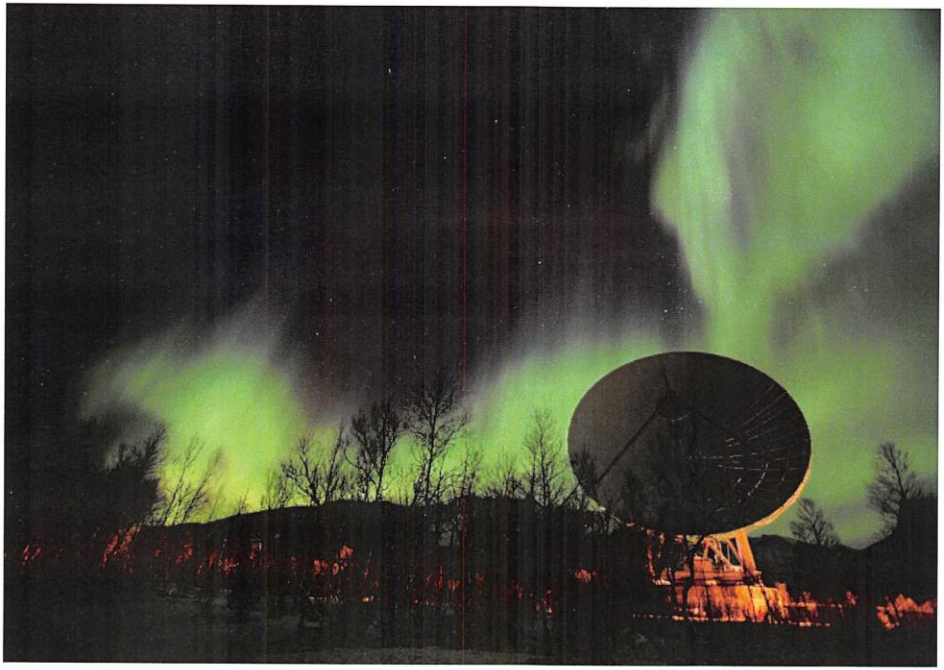
من الممكن استنتاج مكان ظهور "الأرورا"، اعتمادا على قياس سرعة الرياح الشمسية

(***F.Sigernes/ UNIS***)

(**)"شمس منتصف الليل" (***Midnight Sun***) ظاهرة طبيعية أخرى، ومن الاسم نستطيع فهم أنها الشمس التى تظهر ويمكن مشاهدتها فى منتصف الليل. ويمكن مشاهدة هذه الظاهرة فى المنطقة القطبية الشمالية حيث تشرق الشمس فى شهور الصيف ولا تغرب لفترات طويلة تمتد إلى ستة شهور عند القطب، ويتناقص طول فترة الشروق؛ كلما بُعدنا عن القطب. وعلى العكس، تغيب الشمس وراء الأفق ولا يظهر قرص الشمس فى فصل الشتاء– " المترجم".

تصوير الشفق القطبى بالقرب من الساحل يضيف تأثيرا جميلا رائعا. والصورة تبين مشهد "الأرورا"، مصورة من مكان على الساحل، حيث يبدو القمر والأرورا ينعكس ضوءها على سطح المياه فى منطقة "خليج آرس" (***Ers fjorden***) خارج مدينة "ترومسو" (***Tromsø***) عاصمة الشمال النرويجى (***F.Broms***).

البحوث الحديثة عن الشمس، والشفق القطبى، والطقس الفضائي



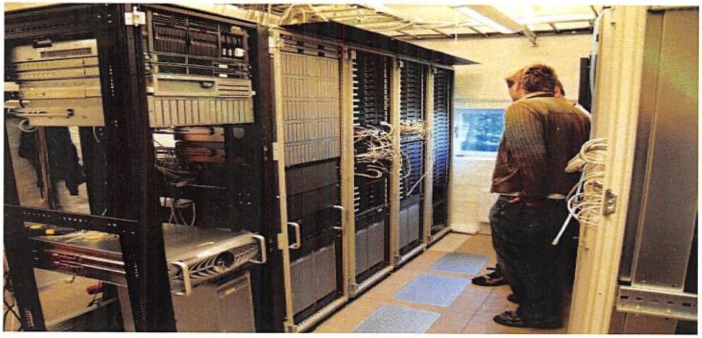
صورة للشفق القطبى، أو الأرورا، فوق أحد هوائى مشروع ***EISCAT*** فى مدينة "ترمسو" النرويجية (***H.B.Basemann***).

بحوث الشمس الحديثة

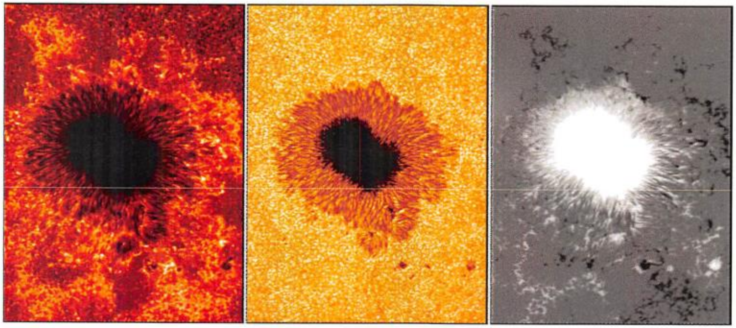
يستخدم العلماء والباحثون اليوم تليسكوبات مجهزة ومزودة بتقنيات متطورة جدا ومعقدة لتحسين نوعية وجودة الصور الملتقطة للشمس، ولتصحيح تأثير الغلاف الجوى الأرضى عليها، وهذه الدراسة المتطورة أصبحت أكثر سهولة ودقة بسبب تطور الحاسبات الإلكترونية الحديثة، وكذلك تطور المرايا الضوئية القادرة على فصل الألوان وتحليلها. وتقوم الحاسبات بحساب التشوه والضوضاء الناتجة من تأثير الغلاف الجوى، وبعد ذلك تعيد تشكيل المرايا لإلغاء هذه التشوهات.

والصور المأخوذة بواسطة التليسكوبات الفضائية، تكون أفضل بكثير؛ حيث ترصد الشمس وتصورها على مدار الساعة دون تشويش من الغلاف الجوى الأرضى. وخارج هذا الغلاف يمكننا أيضًا الحصول على صور للأشعة "فوق البنفسجية" (***UV***)، وأشعة إكس (***X.rays***) التى تصدر من الشمس، وتمكننا هذه الصور من دراسة التغيرات الحادثة فى "الطقس الشمسى".

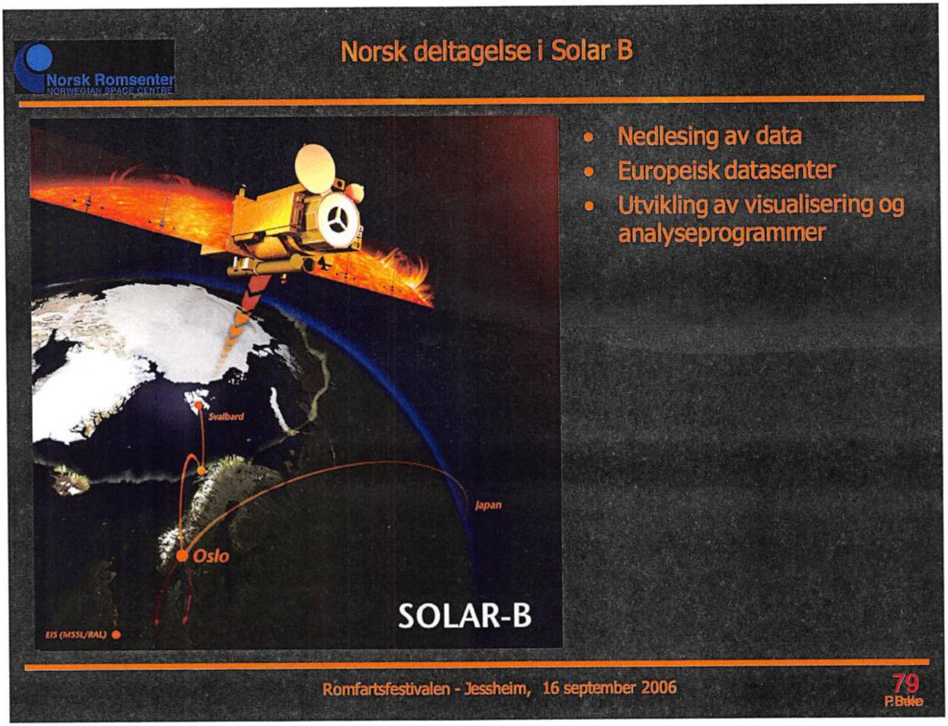
وتستخدم الحاسبات السريعة لتجرى نماذج كمبيوترية عددية متقدمة وذلك لتمثل خواص الشمس، ومواصفات الطقس الشمسى. وبهذه الطريقة، يستطيع الباحث أن يستكشف الشمس، وكأنها معمل تجرى فيه عمليات الفيزياء الفلكية الأساسية (***Processes Fundamental Astrophysical***)



كل المعلومات الواردة من التليسكوب الفضائى اليابانى هنود (***Hinode***) تجمع وتخزن فى "مركز المعلومات الأوروبى هنود" فى جامعة أوسلو– النرويج. ويقوم الحاسب العملاق بجمع المعلومات الواردة من التليسكوب ويجعلها متاحة لكل الباحثين والعلماء فى كل أنحاء القارة الأوربية (***ITA***).



صور تبين "البقع الشمسية" (***Sun Spots***) التى رصدت بواسطة التليسكوب الفضائى والمعالجة بالنماذج الحسابية فى الحاسب، وتستخدم فى إنشاء نماذج للعمليات الفيزيائية الحادثة فى الشمس (***Hinode / ITA***)



ترد المعلومات ونتائج الرصد من القمر الصناعى اليابانى هنود إلى محطة أرضية موجودة فى جزيرة "سفال بارد" (**Svalbard**) النرويجية، وتنقل عبر كابل من الألياف الضوئية (**Optical Fibre**) إلى جامعة أوسلو، ومنها يستطيع الباحثون من كل أنحاء العالم الاطلاع والحصول على الصور والمعلومات الواردة من التليسكوب هنود. (**T.Abrahamen / ARS**)

الصواريخ النافذة خلال الأرورا

بعد بداية عصر الفضاء، بدأ العلماء فى استخدام أجهزة فضائية وكاميرات لدراسة "الأرورا". لذلك أنشئت "منصبة لإطلاق الصواريخ" (***Rocket`s Shooting Field***) فى جزيرة تقع فى أقصى الشمال النرويجى وتسمى "أند أُوى" (***Andøya***)، وتعنى "جزيرة البط"،. وأنشئت محطة دائمة(*)، وهى الأعلى شمالا فى العالم، لإطلاق ما يسمى بــ "الصواريخ الاستشعارية" (***Sonde Rockets***)، ومنها انطلق أول صاروخ وكان ذلك فى عام ١٩٦٢. بعد ذلك أطلق أكثر من ألف صاروخ (بحثى)، كثير منهم لحساب وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا". وأنشئت كذلك منصات أخرى خارج النرويج، فى مدينة "كيرونا" (***Kiruna***) السويدية، ومدينة "فربانكس" (***Fair banks***) فى ولاية "ألسكا" (***Alaska***) الأمريكية.

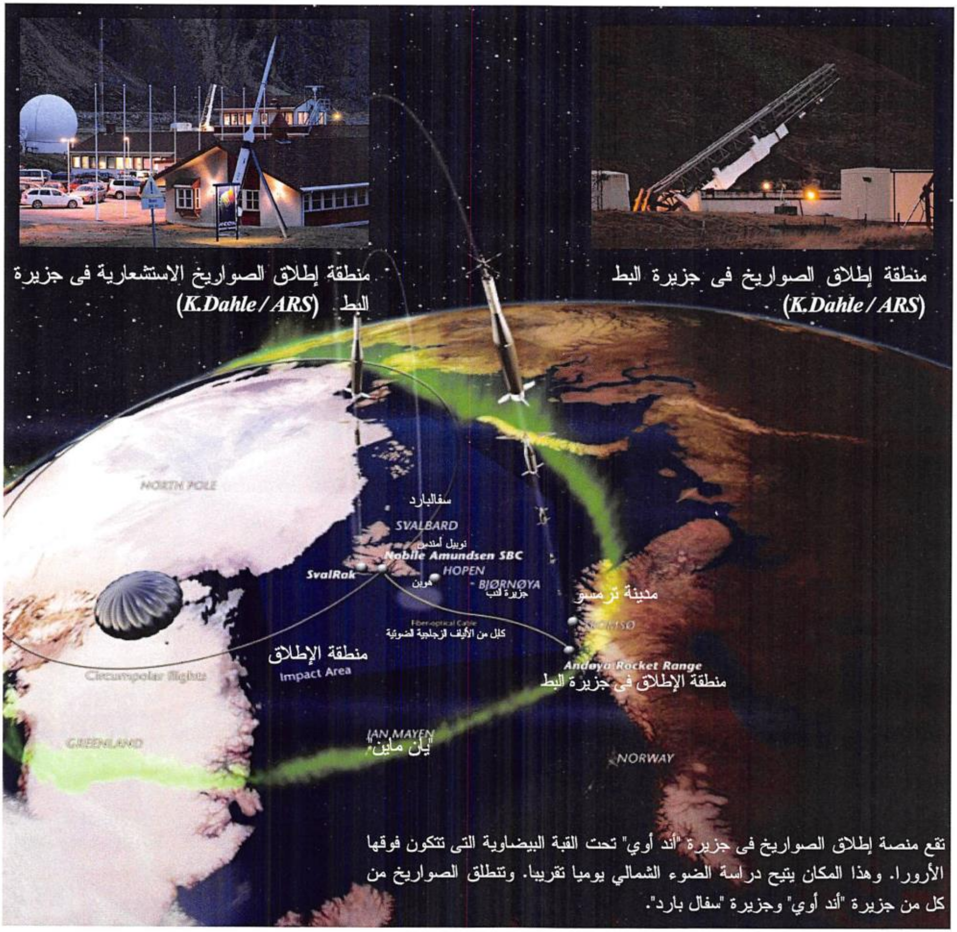
لقد ساهمت هذه الصواريخ المجهزة بالأجهزة الاستشعارية فى إيضاح وفهم أسباب ظاهرة الأرورا. والصواريخ التى تستخدم لهذا الغرض البحثى يكون طولها بين ١٠-٢٠ مترًا، ووزنها يتراوح بين ١٥٠-٢٠٠ كيلوجرام، وتصل إلى ارتفاع ما بين ٣٠٠، و٥٠٠ كيلومتر.

وبعضها وصل إلى ارتفاع ١٥٠٠ كم فى الفضاء قبل سقوطها مرة أخرى مع الأجهزة بالمظلات. وبواسطة هذه الصواريخ يمكن دراسة "الأرورا" وتركيب مادتها من الداخل(**). وإلى جانب الصواريخ يستخدم العلماء أيضًا الأقمار الصناعية لدراسة "الأرورا" من أعلى ومن أماكن مختلفة من العالم.

(*) المحطة الدائمة، ومنصة إطلاق الصواريخ فى جزيرة البط (***Andoya***) تديره شركة نرويجية تسمى اختصارا ***ARS*** وتمتلكها وزارة التجارة والاقتصاد النرويجية. وهى مؤسسة من مؤسسات النرويج المعنية بالبحوث عالية التقنية، أنشئت فى عام ٢٠٠٩- " المترجم".

(**) ترسل الصواريخ على ارتفاعات مختلفة، وتقوم الأجهزة القياسية بتسجيل شدة المجالات الكهربية والمغناطيسية فى الأماكن والارتفاعات المختلفة وبذلك تجمع معلومات قيمة عن مكونات "الأرورا" – " المترجم".

منصة إطلاق الصواريخ فى جزيرة "أُند أوى" (***Andøya***) (جزيرة البط) وفى خلفيتها مدينة "أندانس" (***Andenes***).



تقع منصة إطلاق الصواريخ فى جزيرة "أند أوي" تحت القبة البيضاوية التى تتكون فوقها الأرورا. وهذا المكان يتيح دراسة الضوء الشمالي يوميا تقريبا. وتنطلق الصواريخ من كل من جزيرة "أند أوي" وجزيرة "سفال بارد".

المرصد القطبى "ألومار" لبحوث الطقس باستخدام الليزر

"ألومار" (***ALOMAR***) هى اختصار لاسم "المرصد القطبى لبحوث الطقس" (***Arctic Lidar Observatory for Middle Atmosphere Research***)، وهو مركز بحوث عالمى لدراسة الطقس. ويوجد فى جزيرة "أند أوى" (أو جزيرة البط) القريبة من القطب الشمالى، وهو جزء يتكامل مع "منصة إطلاق الصواريخ. ويستخدم الباحثون من كل أنحاء العالم هذا المركز البحثى لإجراء بحوث على طقس الأرض من على الأرض وكذلك من الفضاء. وفيه تستخدم أجهزة "رادار"(*) (***Radar***) هى الأكثر تقدما فى العالم، وتستخدم أشعة "الليزر"(**) (***LASER***) كإحدى وسائل الاستكشاف.

فى هذا المركز البحثى فإن أهم ما يهتمون بدراسته هو طبيعة التفاعلات التى تتم بين طبقات الغلاف الجوى الخارجى من ناحية، وأشعة الشمس والرياح الشمسية من ناحية أخرى، وذلك على حافة الحدود بين الغلاف الجوى والفضاء الخارجى فوق "أند أوى" (أو جزيرة البط). وتم اختيار هذه المنطقة نظرا لبرودة الطبقة العليا من الغلاف الجوى، فبالرغم من وجود درجة حرارة مريحة ومقبولة على أرض الجزيرة ووجود "شمس منتصف الليل" فى فترة فصل الصيف؛ فإن درجة حرارة الغلاف الجوى على ارتفاع ٩٠ كيلومتر أعلى الجزيرة؛ تكون أكثر برودة مما هى عليه أعلى القطب الجنوبى، أو بأسلوب آخر؛ فإن الباحثين يجدون "حجرة التجميد الأرضى" أو "الفريزر الأرضى" (***Earth`s Freezer***) فوق هذه الجزيرة.

(*) "الرادار" (***Radar***) اختصار للجملة الإنجليزية (***Radios detection and Ranging***). وتقوم نظرية عمل أجهزة الرادار على الحقيقة العلمية التى تقول: إن الموجات الكهرومغناطيسية من موجات الراديو عالية التردد (الطاقة) تنعكس عندما تصطدم بالأجسام المعدنية، وتستخدم هذه الظاهرة فى استشعار الأجسام المعدنية وتحديد مكانها وذلك باستقبال الموجات المرتدة بواسطة هوائي. ويستخدم "الرادار" فى الكشف عن الطائرات فى الجو، وكثير من التطبيقات الأخرى– " المترجم".

(**) السحاب الليلى اللامع هى ترجمة لـــ: ***Noctilucent Clouds***، وهو اسم مشتق من الكلمات اللاتينية "***nocti***" وتعنى "ليل"، و"***lucent***" وتعنى "لامع" أو مضيء – " المترجم".

يستخدم الباحثون ضوء ليزر ذا طاقة عالية، وكذلك نظام رادارى حساس؛ لقياس درجة الحرارة وتغيراتها بتأثير النشاط الشمسى، ويقومون أيضًا بمراقبة ورصد السحاب الأعلى فى السماء، ويسمى هذا السحاب بـــ "السحاب الليلى اللامع" (***Noctilucent Clouds***).

وفى نفس الوقت، يستطيع الباحثون أيضًا دراسة جزئيات الغبار الناتجة من تفتت واحتراق الأحجار النيزكية الصغيرة (رماد الشهب والنيازك). وبالإضافة إلى ذلك يقومون برصد وقياس مقدار غاز الأوزون والغازات الأخرى الموجودة فى الغلاف الجوى.

تؤدى المعلومات والقياسات التى تسجل فى مركز البحوث "ألومار" إلى فهم أفضل للتغيرات الجوية والمناخية، وكذلك تساهم فى معرفة أفضل الأوقات لتحديد ميعاد إطلاق الصواريخ إلى الطبقات المختلفة للغلاف الجوى.

باستخدام أشعة ليزر قوية وجهاز راداري حساس يمكننا معرفة بعض خواص الغلاف الجوي (**G.Baumgarten**)

صورة تبين ضوء الليزر المنطلق أثناء وجود الأرورا، أو الشفق القطبي (***K.Dahle / ARS***).

مرصد ومركز بحوث الغلاف الجوى فى جزيرة "أند أوى" (جزيرة البط) النرويجية ومنه ترسل أشعة الليزر لدراسة الغلاف الجوى (***K.Dahle / ARS***).

"مرصد الأرورا" فى جزيرة "سفال بارد"

فى أقصى الشمال النرويجى، فى جزيرة "سفالبارد" (***Svalbard***)، يوجد "مرصد شل هنريكسن" (***Kjell Henriksen Obseratory***)، الذى يعتبر أحدث مرصد فى العالم لرصد ودراسة "ضوء الشمال" أو "الأرورا".

وتقع جزيرة "سفال بارد" تحت ما يسمى "القرنة المغناطيسية" (***Magnetic Cusp***)، وهى المنطقة المخروطية التى فيها تصطدم الجزئيات المشحونة الواردة مع الرياح الشمسية بالمجال المغناطيسى الأرضى، حيث طبقة "الماجنتوسفير" (***Earth`s Magnetospere***)، وبذلك تنتج ما نسميه "الأرورا النهارية" (***Dayside Aurora***). (*)

يحتوى المرصد على ٣٢ غرفة صغيرة، كل منها لها "قبة زجاجية" (***glass dome***) التى من خلالها يتم رصد "الأرورا"، عن طريق غرفة من هذه الغرف. ويقوم الباحثون من مختلف أركان العالم، بتجهيز الغرفة الخاصة بهم بالأجهزة العلمية التى يرونها لازمة لإجراء دراستهم وبحوثهم الخاصة، ويستطيعون التحكم فيها عن بعد من مراكز بحوثهم من موطنهم الأصلى.

ولدراسة طبقة "الأيونوسفير" (***Ionosphere***) تم بناء هوائى رادار ضخم فى كل من جزيرة "سفالبارد" و"ترمسو" النرويجيتين، وكذلك فى "كيرنوا" (***Kiruna***) السويدية. والهوائيات الأكبر هما الموجودان فى "سفال بارد" ولهما قطر ٣٢ ، ٤٢ مترًا على التوالى. ويصدر الأول إشارات رادار قوية بينما يقوم الآخر بالتقاط وتسجيل الإشارات المنعكسة والمرتدة من طبقة "الأيونوسفير". وهذا العمل يشبه فى نظريته "الرادار" الذى تستعمله الشرطة فى ضبط وتسجيل سرعة السيارات على الطرق السريعة. وبتسجيل وقياس الإشارات المرتدة يمكن للباحثين معرفة طبيعة وشكل النشاط الحادث فى طبقة الغلاف الجوى الأرضى، خاصة عندما يتغير تحت تأثير العواصف الشمسية.

(*) ***EISCAT*** : اختصار لـ ***European Incoherent Scatter Scientific Association***)، وهو برنامج لهيئة البحوث العلمية الأوروبية – " المترجم"

"مرصد شل هنريكسن" افتتح عام ٢٠٠٨، ويحتوى على ٣٢ غرفة، كل واحدة منها تحتوى على "قبة زجاجية"، وفيها يمكن للباحثين إعدادها بما يلزم من أجهزة علمية يديرونها عن بُعد (***KHO/ UNIS***)

هوائى "إى.أى. سكات" (***EISCAT***) فى جزيرة "سفال بارد" وخلفه يبدو "الشفق القطبى" (الأرورا). ترسل الإشارات الرادوية القوية ثم تستقبل بواسطة الهوائى ويتم تسجيلها ودراستها لتعطى معلومات مهمة عن طبقة الأيونوسفير.

ويشبه فى عمله الرادار الذى تستخدمه الشرطة (***N.Gulbrandsen***).

غزاة الفضاء

كل عام يتجمع حوالى ٢٥ فتى وفتاة، تتراوح أعمارهم ما بين ١٧، ١٩ عامًا، من كل أنحاء أوروبا فى جزيرة "أند أوى"، فى "منصة إطلاق الصواريخ" (***Andoya Rocket Range***) ليتعلموا المزيد من علوم الفيزياء والفضاء. وبعد أسبوع فحسب، يستطيعون القول بأنهم أصبحوا من القلائل فى العالم الذين يمكن تسميتهم بأنهم "باحثون فى صواريخ الفضاء".

الهدف من مثل هذا التجمع هو خلق اهتمام لدى تلاميذ المدارس بعلوم الطبيعة والفضاء، ويتم ذلك من خلال تعليمهم كيفية إجراء البحوث الفضائية، وبالطبع وفى نفس الوقت يقضون وقتا ممتعا.

وتعتبر الدراسة التى يلقونها متخصصة جدا، فهم يتعلمون عن ويستعملون أجهزة وأدوات حقيقة تماثل تلك التى يستعملها "باحثو صواريخ الفضاء". ويقوم بالتدريس، وإلقاء المحاضرات باحثون مشهورون ومتخصصون من النرويج ومن باقى أنحاء العالم، أيضًا من "الوكالة الأوروبية لبحوث الفضاء" (***ESA***)، و"الوكالة الأمريكية" "ناسا" (***NASA***). ويقوم المشاركون بتصميم وتركيب الأجهزة والصاروخ الذى سينطلق لدراسة الطقس، وبالطبع تكون لحظة إطلاق الصاروخ هى اللحظة الأكثر إثارة.

تلاميذ يحملون مجسما بنوه بأنفسهم لصاروخ، أثناء وجودهم فى "معسكر الفضاء" المنعقدة فى "مركز بحوث الفضاء" فى جزيرة "أند أوى" وذلك فى عام ٢٠٠٨ (***Space Camp***) .

صورة أخرى أخذت لتلاميذ يصممون أجهزة إلكترونية للقياس ببعض القياسات اللازمة أثناء رحلة الصاروخ (***Space Camp***).

لحظة إطلاق الصاروخ التعليمى، من منصة إطلاق الصواريخ فى جزيرة "أند أوى" (***Andøya***)

.(***Space Camp***)

صفحات إنترنت مفيدة

يوجد الآن صفحات عدة على شبكة الإنترنت لمن يريد الحصول على معلومات عن الشمس، وعن علوم الفضاء بوجه عام، وكذا البحوث العلمية المتعلقة بهذا الموضوع. وفى التالى نجد بعضها:

Solar and Hemispheric Observatory (SOHO)

المرصد الأوروبى لرصد الشمس "سوهو" فى هذه الصفحة يمكن مشاهدة آخر الصور التى أخذت للشمس وعنوانه هو: ***http://soho.www.nascom.nasa.gov***

Solar Dynamics observatory

مرصد ديناميكية الشمس،أو مرصد دراسة التغيرات الشمسية. وهو تليسكوب فضائى حديث، يصور الشمس يوميا وبه أحدث وأدق الصور عن الشمس. وعنوان صفحته ***http://Sdo.gsfc.nasa.gov***

Space weather. Com

صفحة كثيرة النفع بها أخبار عن زمن حدوث الأرورا، وسقوط النيازك والشهب، علاوة على كثير من الأخبار المهمة الأخرى المتعلقة بالطقس ***http://www.Spaceweather.com***

European Space Agency (ESA)

الوكالة الأوروبية لبحوث الفضاء ***http://www.esa.int***

National Aeronautics and Space Administration (NASA) الإدارة القومية (الأمريكية لبحوث) الطيران والفضاء "ناسا".

هذه الصفحة مليئة بنتائج البحوث الأمريكية للفضاء والطقس وكثير من الأخبار العلمية والصور، وهى متاحة للجميع. ويمكن للجميع اقتباس الصور للأغراض التعليمية دون إذن سابق، أما الأغراض التجارية فيجب مراجعة الوكالة والحصول على الإذن كتابة. راجع شروط الوكالة لحقوق النشر الموجود على صفحتها على الإنترنت ***http://www.nasa.gov***:

Andoya Rocket Range

منصة إطلاق الصواريخ فى جزيرة "أند أوى".

هذه الصفحة تابعة لمركز بحوث للفضاء والطقس والشفق القطبى، وبها أيضًا منصة لإطلاق صواريخ البحوث الفضائية والطقس. والمركز – شاملا المنصة– موجودة فى جزيرة "أند أوى" فى أقصى شمال النرويج قريبة من القطب الشمالى. ***http://www.rocketrange.no***

Aurora Observatory at Svalbard

مرصد " الأرورا" فى جزيرة "سفال بارد". ويسمى أيضًا مرصد "شل هنريكسن" (***Kjell Henriksen***) وهو عالم نرويجى تخصص فى دراسة "الشفق القطبى"

Kjell Henriksen Observatory with a nice aurora for casting map. http://kho.unis.no

Nor wegian Space Centre (NSC)

المركز النرويجى لبحوث الفضاء. وتحتوى صفحة المركز على معلومات قيمة باللغة الإنجليزية.

http:www.spacecentre.no

"السى دى" (القرص الإلكترونى) الملحق بالكتاب النرويجى يشمل برنامج "بورينت" (***Power Point***)، ويمكن استخدامه فى تقديم الكتاب، ويحتوى على كثير من مقاطع الفيديو لشرح الظواهر الطبيعية المذكورة فى الكتاب.

ويجب ملاحظة أن بعض الأفلام الموجودة تحتاج إلى برنامج ***Quick Time*** أو مشابه له لمعالجة الفيديوهات.

صورة جميلة للغلاف الجوى الأرضى أثناء غروب الشمس، صورت بواسطة مركبة فضائية تابعة لوكالة "ناسا" (***NASA***)

صورة توضح العلاقة بين الرياح الشمسية، وتأثيرها على المجتمعات التى تستخدم الوسائل والتقنيات العصرية الحديثة، بطرق مختلفة ومتعددة.

ثبت المصطلحات

A	
Alcaid,	نجم القائد
Aldebaran,	نجم الدَّبَران (فى مجموعة الدب، فى برج الثور)
ALOMAR,	المرصد القطبى لبحوث الفضاء "ألومار"
Alpha Centauri, Io	ألفا قنطورس
Andøya Rocket Range (ARR),	منصة إطلاق الصواريخ فى جزيرة "أند أوى"
Antares,	قلب العقرب
Apollo-missions,	رحلات أبوللو الفضائية
Arcturus,	نجم السِّماك الرامح
ARR. See Andøya Rocket Range	منصة إطلاق صواريخ بحوث الفضاء
Asteroids,	الشهب والنيازك
Astronauts,	رائد فضاء
Aurora,	الأرورا، أو الشفق القطبي
Aurora oval,	الشكل البيضاوى الذى تظهر فيه الأرورا
B	

Betelgeuse,	نجم بيت الجوزاء
Big Bear Observatory,	المرصد الشمسى "الدب الكبير"
Big Dipper,	مجموعة نجوم (كوكبة) الدب الأكبر
C	
Carbon dioxide (CO2),	غاز ثانى أكسيد الكربون
Challenger,	مركبة الفضاء "شالينجر" (التحدى)
Chromosphere,	طبقة الكروموسفير
Chimate change,	تغيرات الطقس
CME. See Coronal mass ejection	المواد المنبعثة من طبقة الشمس السطحية (الكرونا)
Comet,	النيزك
Comet Hale Bopp,	المذنب "بوب"
Convection Zone,	طبقة الشمس الموصلة للطاقة المتولدة
Core,	القلب
Corona,	طبقة الكرونا
Coronal mass ejection (CME),	انبعاثات الكرونا الكتلية

D	
Dactyl,	"داكتيل" قمر صغير يتبع الكوكب "إيدا"
Differential rotation,	دوران تفاضلى (متغير القيمة مع تغير الزمن)
Dubhne,	نجم الدبة (فى كوكبة الدب الأكبر)
E	
Eagle Nebula,	سديم النسر
Earth,	الأرض
Earth`s atmosphere,	الطقس الأرضي
Eclips	الكسوف (الشمسى)
Electrons,	إلكترونات
Eruptions,	نشاط (شمسى)
European Space Agency (ESA),	وكالة الفضاء الأوربية
Explosions,	انفجارات (شمسية)
F	

Filaments,	فتائل (شمسية)
Flares,	ألسنة لهب ، توهج شمسي
G	
Galaxy,	مجرة
Galileoscope,	تليسكوب جاليليو
Gamma rays,	أشعة جاما
Granulation,	حبيبات (شمسية)
Creenhouse effect,	ظاهرة البيت الزجاجى (الأخضر)
Greenhouse gases,	الغازات الدفيئة (التى تسبب حرارة الطقس)
H	
H-alpha filter,	مرشح ضوئى – ألفا
High-energy particles,	جزيئات عالية الطاقة
High Resolution Telescope and Spactrograph (HRTS),	مطياف وتليسكوب ذات قدرة فصل (ألوان) عالية
Hinode,	المرصد الشمسى اليابانى "هنود" (أشعة إكس)

Hubble Space Telescope,	التليسكوب الفضائى "هبل"
I	
International Space Station (ISS),	المركبة الفضائية العالمية
J	
Jupiter,	كوكب المشتري
K	
Kjell Henriksen Observatory,	مرصد "شل هنريكسن"
L	
LASCO,	لاسكو (أنواع من التليسكوبات تصنع كسوف صناعي
M	

Magnetic field,	مجال مغناطيسي
Magnetic loops,	أنشوطة مغناطيسية
Magnetosphere,	طبقة المجال المغناطيسي
Mars,	كوكب المريخ
Mercury,	كوكب عطارد
Milky Way,	مجرة "الطريق اللبنى"
Mizar,	نجم المئزر
Moon,	قمر
N	
NASA,	"ناسا" وكالة الفضاء الأمريكية
Nebulas,	سدائم (تجمعات دخانية فضائية)
Neptune,	كوكب نبتون
Neutrinos,	النيترينوات
Neutrons,	النيترونات
Northern lights,	ضوء الشمال، أو الشفق القطبي

Nuna,	"نونا" (سيارة تسير بالطاقة الشمسية، صنعتها ناسا"
O	
Observatory,	مرصد (فضائى)
Orion Nebula,	سديم برج الجوزاء
Ozone,	غاز الأوزون
P	
Particle showers,	مطر من الجزيئات (المشحونة)
Photosphere,	طبقة الفوتوسفير
Photosynthesis,	التمثيل الضوئى (فى النباتات)
Planets,	الكواكب
Pleiads,	الأخوات السبع (مجموعة نجمية)
Pluto,	بلوتو
Pollution,	ملوثات للبيئة
Power grids,	شبكات الكهرباء

Prominences,	نتوءات (على سطح الشمس)
Proxima Centauri,	"بروكسيما سنتورى" (النجم الأقرب للشمس)
R	
Radiation zone,	منطقة الإشعاع
Red sunset,	غروب شمس أحمر
Rigel,	"رِجل" (اسم من أصل عربى لنجم ضخم لامع)
S	
Saturn,	كوكب زحل
SDO, see Solar Dynamics Observatory	مرصد دراسة ديناميكية الشمس
Silicon,	عنصر السليكون
Skylab,	معمل فضائي
Solar and Heliopheric Observatory (SOHO),	"سوهو" مرصد مراقبة الشمس
Solar cells,	خلايا شمسية
Solar maximum,	قمة النشاط الشمسي

Solar panels,	لوحة بها خلايا شمسية
Solar power Plant,	محطة لتوليد الطاقة من الشمس
Solar research,	بحوث الشمس
Solar Storm,	عاصفة شمسية
Solar system,	النظام الشمسي
Solar wind,	الرياح الشمسية
Solstice,	الانقلاب الشمسى (صيفى، وشتوى)
Space shuttle,	مكوك الفضاء
Space weather,	الطقس الفضائى
Speed of light,	سرعة الضوء
Star,	نجم
Stellar nurseries,	صالة ولادة (تصنيع) النجوم
Sunspot cycle,	دورة البقع الشمسية
Sunspots,	البقع الشمسية
Sunspotter,	جهاز لتكوين صورة للشمس
T	

Telescope,	تليسكوب (جهاز لتقريب صور الأجسام الفضائية)
Terella-experiment,	تجربة مجسم الأرض
Thermospere,	طبقة الغلاف الجوى "الثرموسفير"
Total eclipse,	كسوف كلى (للشمس)
Troposphere,	طبقة الغلاف الجوى (الأقرب لنا) "التروبوسفير"
U	
Ultraviolet (UV) radiation,	الأشعة فوق البنفسجية
Universe,	الكون
Uranus,	كوكب أورانوس
V	
Vanguard satellite,	القمر الصناعى "فانجارد"
Venus,	كوكب الزهرة
V2 rockets,	صواريخ فى ٢، (لدراسة الطقس الفضائى)
VY Canis Majoris,	مجموعة الكلب الأكبر النجمية

W	
Water vapor,	بخار ماء
X	
x-rays,	أشعة سينية (رونتجن)
Y	
(11) ***year cycle,***	دورة نشاط الشمس

المؤلف فى سطور

الاسم: "بول بريكا" (**Pal Brekke**) نرويجى المولد والجنسية.

متخصص فى "فيزياء الشمس" (**Solar Physics**)، حصل على درجة الدكتوراه (**D.Sc**) عام ١٩٩٣ من معهد "الفيزياء الفلكية النظرية" (**Theoretical Astro-physics Institute**)، وهو أحد معاهد "كلية الرياضيات والعلوم الطبيعية (**Faculty of Mathematics and Natural Science**) التابعة لجامعة أوسلو (**University of Oslo**).

كان أحد أهم أعضاء الفريق البحثى النرويجى الذى شارك فى إعداد برنامج القمر الصناعى "سوهو"، الذى أُطلق بتعاون وكالة الفضاء الأوروبية **ESA**، ووكالة الفضاء الأمريكية **NASA**.

بعد إطلاق القمر الصناعى والمرصد "سوهو" فى ديسمبر ١٩٩٥، أصبح الكاتب أحد أعضاء الإدارة العلمية للمرصد الشمسى "سوهو" فى "مركز الطيران الفضائى جود ضارد" (**Goddard space Flight centre**) وهو أحد أهم مراكز البحوث الفضائية لوكالة "ناسا" الأمريكية، وظل يعمل فيه حتى عام ١٩٩٩.

عمل نائبا لمدير مشروع " سوهو" البحثى من عام ١٩٩٩ وحتى ٢٠٠٤ وعمل لــ "وكالة الفضاء الأوروبية" **ESA** ". ويمثل "سوهو" أحد أنجح المشاريع الفضائية. وكان مكان العمل فى "العاصمة الأمريكية، مركز جود ضارد العلمى، التابع لوكالة "ناسا".

اليوم يعمل "بول بريكا" كبير المستشارين فى "مركز الفضاء النرويجى" فى العاصمة النرويجية أوسلو.

فى عام ١٩٩٤ حصل على "زمالة فولبرايت" (**Fulbright Fellowship**) وشهادة تقدير من الوكالة الفضائية الأوروبية للبحوث المتميزة. (**ESA`S Exceptional Achievement**) عام ٢٠٠٢. وفى عام ٢٠٠٣ حصل على تكريم خاص للعمل فى فريق علمى بحثى (**Laurels for Team Achievements**) من "الأكاديمية العالمية لشئون الطيران" (**International Academy of Astronautics**).

ساهم بشكل فعال فى تبسيط ونشر الثقافة العلمية، وخاصة فى علوم الفضاء، بالكتابة فى الصحافة، وإلقاء المحاضرات بشكل دائم سواء فى النرويج أو خارجها.

المترجم فى سطور

محيى الدين بسيونى عبد الغنى من مواليد القاهرة عام ١٩٤٨. مقيم بصفة دائمة فى النرويج منذ ١٩٨٠. بكالوريوس العلوم فى الكيمياء والفيزياء – جامعة عين شمس عام ١٩٧١ . ماجستير الفيزياء الإشعاعية والنووية نفس الجامعة عام ١٩٧٤ ما يعادل الماجستير ***(M.Sc)*** فى الكيمياء العضوية (التحليلية) جامعة أوسلو. الدكتوراه فى العلوم (***D.Sc***) تصميم وتطوير طرق التحليل العضوى الكيميائى. عمل باحثًا علميًا كيميائيًا وتخصص فى" تصميم و تطوير طرق التحليل الكيميائى العضوى" التى تخدم الصناعة وحصل على درجة الدكتوراه أثناء عمله باحثًا. ونشر عدة بحوث فى هذا المجال. يعمل الآن "مستشارًا علمى" لمجموعة علوم النرويجية، علاوة على الترجمة من النرويجية والإنجليزية إلى العربية. وله إنتاج أدبى يتمثل فى:

١- أصدر فى القاهرة (أغسطس ٢٠٠٩- رقم الإيداع: ١٥٠٥٠) كتاب " والذاريات ذروا – سوبر نوفى القرآن "، دراسات فى دلالات لغة القرآن العلمية والتفسير العلمى للقرآن الكريم. وهذا دفعه إلى دراسة العديد من العلوم ــ إلى جانب تخصصه فى التحليل الكيميائى العضوى والكرموتوجرافى، والفيزياء النووية والإشعاعية ــ مثل الأحياء، الأحياء الدقيقة، التكنولوجيا الحيوية، الفلك ؛ إلى جانب علوم اللغة العربية مع تركيز على معانى مفردات القرآن.

٢- ترجمة رواية "المطرودون من بيت إسرائيل " التى نشرت ووزعت فى القاهرة عام ١٩٩٨ (رقم الإيداع: ١٤٩٩٧/ ٩٨) لتكون بذلك أول رواية تترجم من النرويجية إلى العربية مباشرة.

ترجم إلى العربية كتاب " مفترق طرق الثقافات – مقالات عن الكريولية ". ويمثل الكتاب أول كتاب علمى فى الأنثروبولوجيا الاجتماعية يترجم مباشرة من النرويجية إلى العربية، نشرة المركز القومى للترجمة ٢٠١٢.

التصحيح اللغوى: **مبروك يونس**

الإشراف الفنى: **حسن كامل**

فى المركز من نظامنا الشمسى يوجد نجم واحد من بين مليارات النجوم التى تكوّن مجرتنا. هذا النجم، الذى نسميه نحن الشمس، هو الذى يهب الحياة إلى الأرض.
فبدونه لن تحدث عمليات التمثيل الضوئى فى النباتات، وهى مصدر الطعام والطاقة على الأرض.
بالنسبة للعين المجردة؛ تبدو الشمس جسمًا هادئًا ساكنًا، وقرصًا ذهبى اللون يسكن السماء ولا يتغير. لكن الحقيقة خلاف ذلك تمامًا؛ فالشمس نجم متغير وغير هادئ، ويزود الأرض بالكثير، بالإضافة إلى الضوء والحرارة. وهى السبب فى ظهور "الأرورا" (Arura) رائعة الجمال، ولها تأثير كبير على التقنيات الحديثة التى تستخدمها المجتمعات العصرية.
وتعتبر معارفنا عن الشمس مدخلاً جيدًا لكثير من العلوم الطبيعية الأخرى، مثل: الفيزياء، والكيمياء، والبيولوجيا، وعلوم الطقس والبيئة، والكثير من العلوم الأخرى.

تصميم الغلاف: أيمن أمين